

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151
eISSN 2782-2109

№ 4 Т. 11
2021

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



САМАРА

Особняк купца Н.С. Жоголева, ул. Галактионовская, 57

Построен по проекту Георгия Мошкова, 1906–1909 гг.

Архитектурное решение здания выполнено в стиле эклектики конца XIX — начала XX в. с чертами барокко.

Объект архитектурного наследия. Отреставрировано в 2018 г.

ISSN (PRINT) 2542-0151
ISSN (ONLINE) 2782-2109

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Т. 11, № 4

САМАРА
2021

УДК 71+72

Градостроительство и архитектура=Urban construction and architecture. 2021. Т. 11, № 4. 176 с.

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Главный редактор – д.т.н., профессор А.К. СТРЕЛКОВ

Заместитель главного редактора по направлению «Строительство» – д.т.н., профессор В.И. КИЧИГИН

Заместитель главного редактора по направлению «Архитектура» – к.арх., профессор В.А. САМОГОРОВ

Ответственный секретарь – к.филол.н. М.С. ДОСКОВСКАЯ

Редакционная коллегия:

С.Ю. АНДРЕЕВ, д.т.н., профессор (Пенза)
И.И. АРТЮХОВ, д.т.н., профессор (Саратов)
Е.А. АХМЕДОВА, д. арх., профессор
Ю.П. БОЧАРОВ, д. арх., профессор (Москва)
А.Л. ВАСИЛЬЕВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)
В.В. ВАХНИНА, д.т.н., профессор (Тольятти)
А.Л. ГЕЛЬФОНД, д. арх., профессор (Н. Новгород)
В.П. ГЕНЕРАЛОВ, к. арх., профессор
А.И. ДАНИЛУШКИН, д.т.н., профессор
В.В. ЕЛИСТРАТОВ, д.т.н., профессор (С.-Петербург)
В.Н. ЗЕНЦОВ, д.т.н., профессор (Уфа)
Т.В. КАРАКОВА, д. арх., профессор
А.А. КУДИНОВ, д.т.н., профессор
И.В. ЛИПАТОВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)
Н.Д. ПОТИЕНКО, к. арх., доцент
А.А. ПРОКОПОВИЧ, д.т.н., доцент

В.А. СЕЛЕЗНЕВ, д.т.н., профессор (Тольятти)
Н.С. СЕРПОКРЫЛОВ, д.т.н., профессор (Ростов-на-Дону)
С.В. СТЕПАНОВ, д.т.н., профессор
К.Л. ЧЕРТЕС, д.т.н., профессор
Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, д.т.н., профессор
В.А. ШАБАНОВ, к.т.н., профессор
Д.А. ШЛЯХИН, д.т.н., доцент
А.БОРОДИНЕЦ, D.Sc., профессор (Рига, Латвия)
З. ВОЙЧИЦКИ, D.Sc., профессор (Вроцлав, Польша)
Г. РАДОВИЧ, D.Sc. arch., профессор (Подгорица, Черногория)
М.КНЕЗЕВИЧ, D.Sc., профессор (Подгорица, Черногория)
Я. МАТУШКА, Ph.D, доцент (Пардубице, Чешская Республика)
А. МОЧКО, Ph.D, доцент (Вроцлав, Польша)
С. ОГНЕНОВИЧ, Ph.D, профессор (Скопье, Македония)
М.ПРЕМРОВ, D.Sc., профессор (Марибор, Словения)
Д. САФАРИК, главный редактор СТВУН Journal (Чикаго, США)

Editor in Chief – D. Eng., Prof. A.K. STRELKOV

Deputy Editor (Construction) – D. Eng., Prof. V.I. KICHIGIN

Deputy Editor (Architecture) – PhD in Architecture, Prof. V.A. SAMOGOROV

Executive Secretary – PhD in Philology M.S. DOSKOVSKAYA

Editorial Board

S.Yu. ANDREEV, D. Eng., Prof. (Penza)
I.I. ARTYUKHOV, D. Eng., Prof. (Saratov)
E.A. AKHMEDOVA, D. Arch., Prof.
Y.P. BOCHAROV, D. Arch., Prof. (Moscow)
A.L. VASILYEV, D. Eng., Ass. Prof. (N. Novgorod)
V.V. VAKHINA, D. Eng., Prof. (Tolyatti)
A.L. GELFOND, D. Arch., Prof. (N. Novgorod)
V.P. GENERALOV, PhD in Architecture, Prof.
A.I. DANILUSHKIN, D. Eng., Prof.
V.N. ELISTRATOV, D. Eng., Prof. (Sa. Petersburg)
V.N. ZENTSOV, D. Eng., Prof. (Ufa)
T.V. KARAKOVA, D. Arch., Prof.
A.A. KUDINOV, D. Eng., Prof.
I.V. LIPATOV, D. Eng., Ass. Prof. (N. Novgorod)
N.D. POTIENKO, PhD in Architecture, Ass. Prof.
A.A. PROKOPOVICH, D. Eng., Ass. Prof.

V.A. SELEZNEV, D. Eng., Prof. (Tolyatti)
N.S. SERPOKRYLOV, D. Eng., Prof. (Rostov-on-Don)
S.V. STEPANOV, D. Eng., Prof.
K.L. CHERTES, D. Eng., Prof.
N.G. CHUMACHENKO, D. Eng., Prof.
V.A. SHABANOV, PhD in Engineering, Prof.
D.A. SHLYKHIN, D. Eng., Ass. Prof.
A. BORODINECS, D.Sc., Prof. (Riga, Latvia)
Z. WOJCICKI, D.Sc., Prof. (Wroclaw, Poland)
G. RADOVIC, D.Sc. arch., Prof. (Podgorica, Montenegro)
M. KNEZEVIC, D.Sc., Prof. (Podgorica, Montenegro)
J. MATUSKA, Ph.D., Ass. Prof. (Pardubice, Czech Republic)
A. MOCZKO, Ph.D., Ass. Prof. (Wroclaw, Poland)
S. OGNJENOVIC, Ph.D., Prof. (Skopje, Macedonia)
M. PREMROV, D.Sc., prof., (Maribor, Slovenia)
D. SAFARIK (Chicago, the USA)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-68052 от 13 декабря 2016 года

Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,

в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций

на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Журнал индексируется в системе РИНЦ

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: И70570

Научное издание

Редактор Г.Ф. Конопина

Корректор М.В. Веселова

На обложке фото Е. Нектаркина

Подписано в печать 23.12.2021 г. Выпуск в свет 30.12.2021 г.

Формат 60x90 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная.

Печ. л. 22. Тираж 300 экз. Заказ № 1983

Адрес редакции: 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 307

Телефоны: (846) 242-36-98

Интернет-сайт: <https://journals.eco-vector.com/2542-0151/index>

Отпечатано в типографии ООО «Слово»:

443070, г. Самара, ул. Песчаная, 1; тел. (846) 267-36-82

ISSN (Print) 2542-0151

ISSN (Online) 2782-2109

© СамГТУ, 2021

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- 4 **Андреев С.Ю., Степанов С.В., Князев А.А.** Новая технология интенсификации работы локальных канализационных очистных сооружений, предусматривающая электроактивационную обработку щелочных технологических растворов
- 11 **Сайридинов С.Ш., Селезнев В.А., Бухман Н.С.** О некоторых аспектах повышения эффективности действующих элементов систем водоснабжения

- 22 **Теплых С.Ю., Бухман Н.С.** Виды водоотводящих инженерных систем железнодорожных комплексов

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- 36 **Ильин Н.А., Мордовский С.С.** Особенности расчета и конструирования установки для испытания нагружением железобетонного стенового кольца
- 43 **Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Жильцов Ю.В.** Инновационный метод оценки огнестойкости монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия здания
- 48 **Орлов О.Г., Третьяков Н.В.** Выявление причин превышения допустимого уровня шума от крышной котельной
- 53 **Филатов В.Б., Галаяудинов З.Ш.** Экспериментальное исследование и методика расчета прочностных железобетонных плит при продавливании

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- 66 **Вытчиков Ю.С., Вытчиков А.Ю., Сапарёв М.Е., Чулков А.А.** Особенности расчета расхода тепла на отопление энергоэффективных зданий
- 72 **Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Беляков И.Г.** Оценка теплозащитных характеристик строительных ограждающих конструкций здания гостиницы мужского монастыря

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- 81 **Тюкленкова Е.П., Королева М.Е.** Реконструкция объектов капитального строительства и реновация территорий города Пензы

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

- 87 **Лызина А.Г.** Средовые условия восприятия православных храмов и комплексов
- 94 **Самогоров В.А.** Проезд Масленникова – реализация мечты о социалистическом Куйбышеве
- 103 **Субботин О.С.** Историко-архитектурная среда Сочи XVIII–XX вв.
- 113 **Филиппов В.Д.** Движение искусств и ремесел в архитектуре

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 125 **Заславская А.Ю., Смоленская Е.О., Шмелькова М.А.** Использование потенциала прибрежных территорий для повышения комфорта жизни в городах
- 132 **Каракова Т.В., Данилова А.В.** Роль «зрительных ансамблей» в формировании аттрактивного образа объекта архитектуры
- 138 **Филатова Н.Г.** Художественные особенности акварельной графики архитектора Петра Щербачева

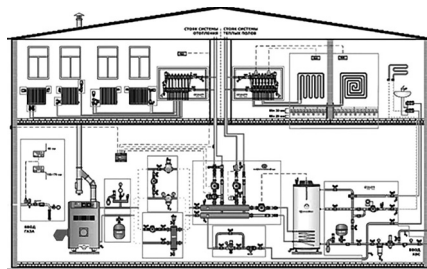
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

- 145 **Веретенников Д.Б.** Характеристика открытых общественных пространств и примеры хранения легкового автотранспорта в условиях исторического центра города
- 156 **Юнис А.** Градостроительная безопасность городских объектов, пострадавших в результате террористических атак

ЭНЕРГЕТИКА

ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

- 164 **Надеев А.А., Бараков А.В., Прутских Д.А.** К расчету аппарата водоиспарительного охлаждения воздуха
- 169 **Крестин Е.А., Серебряков Г.В.** Исследование динамических характеристик потока в плоскопараллельных и конических зазорах приводов электроэнергетических систем



УДК 628.2

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.1

С. Ю. АНДРЕЕВ
С. В. СТЕПАНОВ
А. А. КНЯЗЕВ

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ ЛОКАЛЬНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИОННУЮ ОБРАБОТКУ ЩЕЛОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

NEW TECHNOLOGY OF INCREASING THE OPERATION OF LOCAL
SEWAGE TREATMENT FACILITIES, PROVIDING ELECTRIC
ACTIVATION TREATMENT OF ALKALINE PROCESS SOLUTIONS

Приведены результаты лабораторной апробации процесса интенсификации нетрадиционной очистки гальваностокос приборостроительного предприятия, предусматривающей электроактивационную обработку технологических растворов гидроксида натрия в мембранном электролизере со стальными анодами. Установлено, что электроактивационная обработка 40 %-го водного раствора гидроксида натрия в мембранном электролизере в течение $T = 1,5$ ч при величине анодной плотности тока $i = 400 \text{ A/m}^2$ позволяет достичь концентрации феррата натрия в активированном щелочном растворе $C_f = 12 \text{ г/л}$, при этом величина выхода по току феррата натрия составляет $K_v = 0,47$. Использование щелочного раствора, прошедшего электроактивационную обработку в технологическом процессе нейтрализационной очистки на локальных очистных сооружениях приборостроительного предприятия, оборудованных установками фильтрационной доочистки, позволит существенно повысить барьерную функцию, улучшить качество очищенных гальваностокос и довести концентрации содержащихся в них ионов металлов до уровня, мг/л: железо – 0,03; медь – 0,01 мг/л; хром – 0,02; цинк – 0,01; никель – 0,02.

Ключевые слова: нейтрализация, феррат натрия, мембранный электролизер, ионы металлов, гидроксиды металлов, комплексные соединения, щелочной реагент

The results of laboratory testing of the process of intensification of unconventional cleaning of electroplating drains of an instrument-making enterprise, which provides for electroactivation treatment of technological solutions of sodium hydroxide in a membrane electrolyzer with steel anodes, are presented. It was found that the electroactivation treatment of a 40 % aqueous sodium hydroxide solution in a membrane electrolyzer for $T = 1.5$ h at an anodic current density $i = 400 \text{ A/m}^2$ makes it possible to achieve the concentration of sodium ferrate in the activated alkaline solution $C_f = 12 \text{ g/L}$, while the value of the current efficiency of sodium ferrate is $K_v = 0.47$. The use of an alkaline solution that has undergone electro-activation treatment in the technological process of neutralization treatment at local treatment facilities of an instrument-making enterprise equipped with filtration additional treatment units will significantly increase the barrier function, improve the quality of treated galvanic wastewater and bring the concentration of metal ions contained in them to a level, mg/l: iron – 0.03; copper – 0.01 mg/l; chromium – 0.02; zinc – 0.01; nickel – 0.02.

Keywords: neutralization, sodium ferrate, membrane electrolyzer, metal ions, metal hydroxides, complex compounds, alkaline reagent

Образующиеся на машиностроительных и приборостроительных предприятиях сточные воды гальванопроизводств содержат высокотоксичные загрязнения и относятся к числу наиболее экологически опасных сточных вод. Эти сточные воды характеризуются сложным физико-химическим составом минерального и органического характера. Наиболее опасными загрязнителями сточных вод гальванопроизводства являются ионы тяжелых металлов, которые обладают широким спектром токсичного действия с многообразными проявлениями. Сброс в открытые водоемы недостаточно очищенных сточных вод гальванопроизводств, содержащих ионы тяжелых металлов, является существенным фактором, приводящим к ухудшению их состояния. При попадании недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты ионы тяжелых металлов накапливаются в донных отложениях, поверхностной пленке и биоте.

Традиционно используемый на локальных очистных сооружениях промышленных предприятий, имеющих гальваностоки, реагентный метод осаждения катионов тяжелых металлов в виде их гидроксидов (нейтрализационный метод очистки) не обеспечивает необходимой степени извлечения из сточных вод высокотоксичных компонентов. В сточных водах гальванопроизводств, прошедших локальную очистку методом нейтрализации, присутствуют значительные остаточные концентрации ионов тяжелых металлов, находящихся в виде устойчивых комплексных соединений, не образующих нерастворимые формы гидроксидов тяжелых металлов. Существенно повысить эффективность традиционного метода очистки сточных вод гальванопроизводств позволит использование реагентов-окислителей, обеспечивающих разрушение образующихся комплексных соединений в ходе протекания окислительно-восстановительных реакций [1, 2].

Наряду с окислением комплексных соединений технологический прием дозирования в обрабатываемые сточные воды реагентов-окислителей позволяет изменить показатель Eh водной среды. Это, в соответствии с термодинамической диаграммой состояния элемент-вода (диаграммой Пурбе), приводит к интенсификации процесса перехода загрязняющих ингредиентов из одной фазы дисперсного состояния (растворенного вещества) в другое (нерастворимых хлопьев гидроксидов металлов), переход ионизация-молярзация [3].

Одним из наиболее активных реагентов-окислителей является феррат натрия. Окислительный потенциал феррата натрия выше потенциала наиболее активного из используемых в практике очистки сточных вод

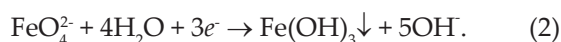
реагентов окислителей – озона. Окислительные и дезинфицирующие свойства феррата натрия были описаны во многих работах [4, 5].

В работе [5] приводятся сведения о том, что феррат-ион в присутствии хлорид-иона способен окислять один из самых прочных комплексов металлов с ЭДТА. Будучи сильным окислителем, феррат натрия обеспечивает окисление комплексных соединений тяжелых металлов, в результате чего повышается эффект нейтрализационной очистки сточных вод гальванопроизводств. При этом феррат натрия, в отличие от кислородосодержащих соединений хлора, не образует высокотоксичных побочных продуктов реакции. Продуктом ферратной обработки сточных вод является гидроксид железа (III), который обладает ярко выраженными коагулирующими свойствами. Ферратная обработка позволяет существенно повысить гидравлическую крупность образующихся в процессе нейтрализационной очистки хлопьев гидроксидов тяжелых металлов и существенно интенсифицировать работу отстойных сооружений, предназначенных для осветления сточных вод.

Феррат натрия является нестабильным химическим соединением, которое может существовать только в форме крепких щелочных растворов. В работе [6] приводятся экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что период полураспада феррата натрия в 40 %-м водном растворе NaOH при его хранении в темном месте при температуре $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет трое суток, а период полураспада феррата натрия в 30 %-м водном растворе NaOH составляет двое суток. При попадании в воду феррат натрия быстро разлагается с выделением кислорода:

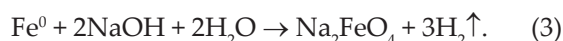


Образующийся в процессе гидролиза феррат-ион проявляет сильные окислительные свойства и способен отнимать от окисляемого вещества три электрона:



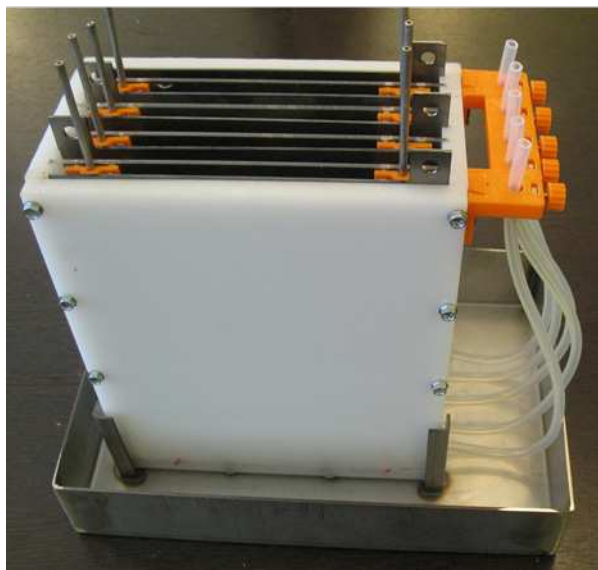
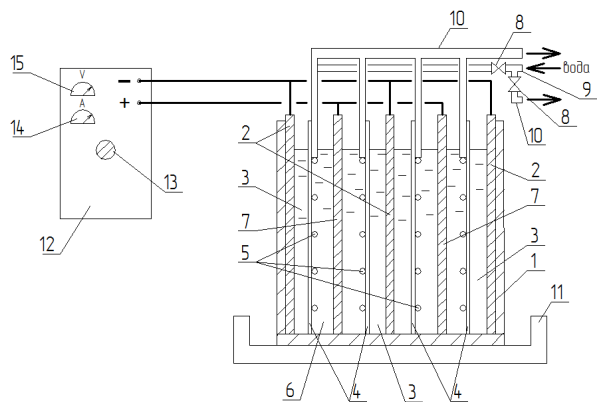
Сотрудниками Пензенского государственного университета архитектуры и строительства был разработан простой и технологичный способ получения щелочного раствора феррата натрия в процессе проведения электролиза крепких водных растворов гидроксида натрия в мембранном электролизере со стальными анодами.

Электрохимическое окисление стального анода в сильнощелочной среде приводит к протеканию следующей химической реакции:



С целью повышения выхода по току основного продукта прикатодные и прианодные области электролита в электролизере разделялись неселективной мембраной, что позволило предотвратить восстановление на катоде образовавшихся феррат-ионов. Принципиальная схема установки для проведения лабораторных исследований электрохимического синтеза феррата натрия и общий вид мембранного электролизера со стальными анодами представлены на рисунке.

Мембранный электролизер 1, входящий в состав лабораторной установки, оснащался



Принципиальная схема установки для электрохимического синтеза феррата натрия и общий вид мембранного электролизера со стальными анодами: 1 – корпус мембранного электролизера; 2 – пластинчатые катоды; 3 – катодные камеры; 4 – неселективные мембраны; 5 – система охлаждения; 6 – анодные камеры; 7 – пластинчатые аноды; 8 – запорная арматура; 9 – трубопровод подачи воды на охлаждение; 10 – трубопровод нагретой воды; 11 – поддон; 12 – источник постоянного тока; 13 – регулятор напряжения; 14 – амперметр; 15 – вольтметр

четырьмя неселективными мембранными перегородками, которые разделяли рабочий объем электролизера на две анодные 6 и три катодные 3 камеры. В анодных камерах 6 устанавливались растворимые пластинчатые стальные аноды 7, в катодных камерах 3 размещались пластинчатые катоды 2. Электродная система электролизера подключалась к источнику постоянного тока 12.

Раствор гидроксида натрия в водопроводной воде с заданной концентрацией и температурой заливался в корпус мембранного электролизера 1, и включался источник постоянного тока 12.

Величина постоянного тока на электронной системе электролизера выставлялась при помощи регулятора напряжения 13 и определялась по формуле

$$i = \frac{I}{S_a \cdot N_a}, \text{ А/м}^2, \quad (4)$$

где I – сила тока, подаваемая на электродную систему электролизера, А; S_a – площадь поверхности одного анода, м²; N_a – количество анодов в электролизере, шт.

Температура электролита в электролизере поддерживалась на определенном уровне за счет регулирования расхода воды, подаваемой в трубчатую систему охлаждения 5.

Через заданные промежутки времени из исходных камер отбирались пробы электролита и проводилось определение концентрации содержащегося в них феррата натрия $C_{\text{ф}}$ (г/л) фотометрическим способом. Значения величины коэффициента выхода потока феррата натрия вычислялись по формуле

$$K_{\text{в}} = \frac{C_{\text{ф}} \cdot W_a}{A_{\text{ф}} \cdot I \cdot T}, \quad (5)$$

где W_a – объем анодных камер электролизера, л; $A_{\text{ф}}$ – электрохимический эквивалент феррата натрия ($A_{\text{ф}} = 1,03 \text{ Г/А}\cdot\text{ч}$); T – продолжительность процесса электрохимической обработки электролита, ч.

Значения коэффициентов выхода по потоку $K_{\text{в}}$ феррата натрия в анодной камере лабораторной установки, вычисленные по формуле (1) при плотности тока 100 и 400 А/м², представлены в табл. 1 и 2.

Полученные экспериментальные данные позволили сделать следующие выводы:

1. Процесс электрохимического синтеза феррата натрия рекомендуется проводить в анодных камерах мембранного электролизера со стальными анодами при следующих технологических параметрах: величина анодной плотности тока $i = 400 \text{ А/м}^2$, концентрация

Таблица 1

Значения коэффициентов выхода по току феррата натрия K_b при температуре электролита $t = 40\text{ }^\circ\text{C}$ и плотности тока $i_a = 100\text{ A/m}^2$

| Продолжительность процесса электрохимической обработки водного раствора гидроксида натрия T , ч | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|------|------|------|------|------|
| | Величина коэффициента выхода по току феррата натрия K_b | | | | | |
| Концентрация раствора гидроксида натрия $C = 30\text{ }%$ | 0,48 | 0,40 | 0,37 | 0,34 | 0,33 | 0,32 |
| Концентрация раствора гидроксида натрия $C = 40\text{ }%$ | 0,55 | 0,48 | 0,42 | 0,40 | 0,38 | 0,37 |

Таблица 2

Значения коэффициентов выхода по току феррата натрия K_b при температуре электролита $t = 40\text{ }^\circ\text{C}$ и плотности тока $i_a = 400\text{ A/m}^2$

| Продолжительность процесса электрохимической обработки водного раствора гидроксида натрия T , ч | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,5 |
|---|---|------|------|------|------|
| | Величина коэффициента выхода по току феррата натрия K_b | | | | |
| Концентрация раствора гидроксида натрия $C = 30\text{ }%$ | 0,59 | 0,50 | 0,44 | 0,40 | 0,38 |
| Концентрация раствора гидроксида натрия $C = 40\text{ }%$ | 0,66 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,42 |

гидроксида натрия в анолите 40 %, температура анолита 40 °С.

2. Электроактивационная обработка крепкого раствора гидроксида натрия в анодных камерах мембранного электролизера в течение $T = 1,5$ ч при соблюдении рекомендуемых технологических параметров позволяет получить концентрацию феррата натрия в обработанном растворе $C_\phi = 12\text{ г/л}$, величина коэффициента выхода по току феррата натрия при этом достигает значения $K_b = 0,47$.

Прошедший электроактивационную обработку в мембранном электролизере 40 %-й водный раствор гидроксида натрия, содержащий феррат натрия в концентрации $C_\phi = 12\text{ г/л}$, был использован при проведении лабораторных исследований технологического процесса интенсификации нейтрализационной очистки гальваностокков приборостроительного завода. Исследования были проведены в два этапа.

На первом этапе исследований были выполнены контрольные эксперименты, в которых использовался неактивированный щелочной раствор (40 %-й водный раствор гидроксида натрия).

На втором этапе исследований использовался 40 %-й водный раствор гидроксида натрия, прошедший электроактивационную обработку в мембранном электролизере со стальными анодами, содержащий феррат натрия в концентрации $C_\phi = 12\text{ г/л}$.

Реальные сточные воды приборостроительного завода отбирались в лабораторный стакан

вместимостью 1 л. Стакан со сточными водами ставился на магнитную мешалку, и в него дозирующим устройством переменного объема добавлялось 0,3 мл неактивированного 40 %-го водного раствора гидроксида натрия. Значение рН сточных вод в результате дозирования в них щелочного раствора увеличивалось до 9,8. После 15-минутного перемешивания сточных вод магнитной мешалкой уровень рН сточных вод снизился до 9,46, что может быть объяснено образованием микрохлопьев гидроксидов металлов. Затем в обрабатываемые сточные воды дозировался 0,5 %-й водный раствор полиакриламида. Магнитная мешалка переводилась в медленный режим перемешивания, которое продолжалось в течение трех минут. В обрабатываемом объеме сточных вод наблюдалось интенсивное хлопьеобразование.

Затем магнитная мешалка отключалась и прошедшие нейтрализационную обработку сточные воды отстаивались в течение одного часа. Осветленные сточные воды из лабораторного стакана отбирались сифоном. Часть осветленных сточных вод направлялась на химический анализ. Другая часть осветленных сточных вод фильтровалась через бумажный фильтр и также направлялась на химический анализ. Результаты первого этапа лабораторных исследований процесса нейтрализационной очистки гальваностокков приборостроительного предприятия представлены в табл. 3.

Второй этап лабораторных исследований проводился по той же методике. В качестве

щелочного реагента использовался 40 %-й водный раствор гидроксида натрия, прошедший электроактивационную обработку в мембранном электролизере со стальными анодами.

После добавления в обрабатываемые сточные воды 0,3 мл активированного щелочного раствора значение pH сточных вод увеличилось до 9,82. После 15-минутного перемешивания сточных вод с активированным щелочным раствором магнитной мешалкой, несмотря на интенсивное образование микрохлопьев ги-

дроксидов металлов уровень pH обработанных сточных вод повысился до значения 9,86. Процесс повышения pH сточных вод после их обработки активированным щелочным раствором может быть объяснен протеканием реакций окисления загрязнений сточных вод феррат-ионами, сопровождающимся выделением ионов ОН⁻. Результаты второго этапа лабораторных исследований процесса нейтрализационной очистки гальваносток приборостроительного предприятия представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты лабораторных исследований процесса нейтрализационной очистки гальваносток приборостроительного предприятия

| Показатели загрязнений сточных вод | Концентрации загрязнений в исходных сточных водах, мг/л | Концентрации загрязнений в сточных водах, обработанных неактивированным щелочным раствором после отстаивания, мг/л | Эффект очистки сточных вод с использованием неактивированного щелочного раствора после отстаивания, % | Концентрация загрязнений в сточных водах, обработанных неактивированным щелочным раствором после отстаивания и фильтрования, мг/л | Эффект очистки сточных вод с использованием неактивированного щелочного раствора после отстаивания и фильтрования, % | Концентрация загрязнений в сточных водах, обработанных активированным щелочным раствором после отстаивания и фильтрования, мг/л | Эффект очистки сточных вод с использованием активированного щелочного раствора после отстаивания и фильтрования, % |
|------------------------------------|---|--|---|---|--|---|--|
| Железо | 4,52 | 1,37 | 69,7 | 0,38 | 91,6 | 0,03 | 99,3 |
| Медь | 8,15 | 3,50 | 57,1 | 0,92 | 88,7 | 0,01 | 99,9 |
| Хром(III) | 1,86 | 0,59 | 68,3 | 0,21 | 88,7 | 0,02 | 98,9 |
| Цинк | 3,54 | 0,77 | 78,2 | 0,27 | 92,4 | 0,01 | 99,7 |
| Никель | 2,83 | 0,56 | 80,2 | 0,30 | 89,4 | 0,02 | 99,3 |

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о необходимости доочистки сточных вод гальванопроизводств, прошедших нетрадиционную обработку и отстаивание методом фильтрования. Современные методы анализа требуют предварительной подготовки отобранных проб сточных вод, предусматривающих их кипячение с добавлением концентрированной кислоты, в результате которой концентрация ионов металла в анализируемых пробах увеличивается. Доочистка фильтрованием позволяет уменьшить содержание в об-

работанных сточных водах не задерживаемых в процессе отстаивания микрохлопьев гидроксидов металлов и снизить концентрацию ионов металлов железа в 3,6 раза, меди – в 3,8 раза, хрома – в 2,8 раза, цинка – в 2,9 раза, никеля – в 1,9 раза.

Вывод. Внедрение высокоактивного реагента-окислителя феррата натрия в процессе нейтрализационной очистки сточных вод гальванопроизводств, предусматривающем доочистку фильтрованием, позволит существенно повысить барьерную функцию локальных очистных

сооружений, улучшить качество очищенных сточных вод и довести концентрации содержащихся в очищенных сточных водах ионов металлов до уровня, мг/л: железо – 0,03; медь – 0,01; хром (Ш) – 0,02; цинк – 0,01; никель – 0,02.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гогина Е.С., Гуринович А.Д., Урецкий Е.А. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения. М.: Издательство АСВ, 2012. 312 с.

2. Алексеев А.С., Павлинова И.И., Ивлиева Г.А. Основа промышленного водоснабжения и водоотведения. М.: Издательство АСВ, 2013. 360 с.

3. Николайчук П.А. Уточненная диаграмма Пурбе для молибдена. Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета // Материалы всероссийской рабочей химической конференции «Бутлеровское наследие 2011». С. 101–105.

4. Jia-Qian Jiang. Progressing the development and use of ferrate (VI) salt as an oxidant and coagulant for water and wastewater treatment. April 2002 36(6):1397–408.

5. Ступин Д.Ю., Озерский М.И. Удаление Ni (II) из водных растворов в присутствии ЭДТА ферратом VI натрия // Журнал прикладной химии. 2004. № 8. С. 1327–1330.

6. Отчет о НИОКР «Разработка, изготовление и испытание лабораторной установки для получения окислителя – щелочного раствора феррата натрия, в процессе электроактивационной обработки щелочных растворов, используемых на локальных очистных сооружениях промышленных предприятий. Регистрационный номер АА АА-А19-119041690012-0.

5. Stupin D.Yu., Ozersky M.I. Removal of Ni (II) from aqueous solutions in the presence of EDTA with sodium ferrate VI. *ZHurnal prikladnoj himii* [Journal of Applied Chemistry], 2004, no. 8, pp. 1327–1330. (in Russian)

6. *Otchet o NIOKR «Razrabotka, izgotovlenie i ispytanie laboratornoj ustanovki dlya polucheniya okislitelya – shchelochnogo rastvora ferrata natriya, v processe elektroaktivacionnoj obrabotki shchelochnyh rastvorov, ispol'zuemyh na lokal'nyh ochistnyh sooruzheniyah promyshlennyh predpriyatij* [R&D report “Development, manufacture and testing of a laboratory installation for the production of an oxidizing agent – an alkaline solution of sodium ferrate, in the process of electro-activation treatment of alkaline solutions used at local treatment facilities of industrial enterprises]. Registration Number AA AA-A19-119041690012-0.

REFERENCES

1. Gogina E.S., Gurinovitch A.D., Uretsky E.A. *Resursosberegayushchie tekhnologii promyshlennogo vodosnabzheniya i vodootvedeniya* [Resource-saving technologies for industrial water supply and wastewater disposal]. M.: ASV Publ., 2012. 312 p.

2. Alekseev A.S., Pablinova I.I., Ivlieva G.A. *Osnova promyshlennogo vodosnabzheniya i vodootvedeniya* [The basis of industrial water supply and sanitation]. M.: ASV Publ., 2013. 360 p.

3. Nikolaychuk P.A. Refined Purbet diagram for molybdenum. *Materialy vserossijskoj rabochej himicheskoy konferencii «Butlerovskoe nasledie 2011»* [Materials of the All-Russian Working Chemical Conference “Butlerov Heritage 2011”]. Chelyabinsk: Chelyabinsk State University, 2011, pp. 101–105. (in Russian)

4. Jia-Qian Jiang, Barry Lloyd. Progress in the development and use of ferrate(VI) salt as an oxidant and coagulant for water and wastewater treatment. *Water Research*, 2002, vol. 36, no. 6, pp. 1397-1408. DOI: 10.1016/s0043-1354(01)00358-x.

Об авторах:

АНДРЕЕВ Сергей Юрьевич

доктор технических наук, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и гидротехники Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28
E-mail: andreev3007@rambler.ru

ANDREEV Sergey Yu.

Doctor of Engineering Science, Professor of the Water Supply, Wastewater and Hydraulic Engineering Chair
Penza State University of Architecture and Construction
440028, Russia, Penza, Germana Titova str., 28
E-mail: andreev3007@rambler.ru

СТЕПАНОВ Сергей Валериевич

доктор технических наук, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: stepanovsv3@yandex.ru

STEPANOV Sergey V.

Doctor of Engineering Science, Professor of the Water Supply and Wastewater Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: stepanovsv3@yandex.ru

КНЯЗЕВ Александр Анатольевич

старший преподаватель кафедры инженерной экологии Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28
E-mail: knyazev_aa@bk.ru

KNYAZEV Alexander A.

Senior Lecturer of the Engineering Ecology Chair
Penza State University of Architecture and Construction
440028, Russia, Penza, Germana Titova str., 28
E-mail: knyazev_aa@bk.ru

Для цитирования: Андреев С.Ю., Степанов С.В., Князев А.А. Новая технология интенсификации работы локальных канализационных очистных сооружений, предусматривающая электроактивационную обработку щелочных технологических растворов // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.1.

For citation: Andreev S.Yu., Stepanov S.V., Knyazev A.A. New Technology of Increasing the Operation of Local Sewage Treatment Facilities, Providing Electric Activation Treatment of Alkaline Process Solutions. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 4–10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.1.

С. Ш. САЙРИДДИНОВ
В. А. СЕЛЕЗНЕВ
Н. С. БУХМАН

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**ON SOME ASPECTS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF EXISTING
ELEMENTS OF WATER SUPPLY SYSTEMS**

Повышение уровня антропогенного загрязнения территории источников питьевого водоснабжения, значительный износ сооружений и оборудования водного сектора определяют актуальность проблемы обеспечения жителей чистой питьевой водой и выводят ее в приоритетные задачи социально-экономического развития г. Тольятти. В статье рассматривается состояние действующих элементов хозяйственно-питьевых систем водоснабжения и степень их аварийности в условиях Поволжья на примере Тольятти. Приводятся результаты проведенных исследований с целью разработки рекомендаций по повышению эффективности работы элементов систем водоснабжения. Рекомендуются альтернативные варианты восстановления и эксплуатации сетей и сооружений систем хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: водоснабжение, водопроводная сеть, трубопроводы, водопотребление, питьевая вода, водозабор, очистные сооружения, реконструкция, эксплуатация, бестраншейная технология

Обеспечение населения чистой водой – приоритетная проблема, решение которой необходимо для сохранения здоровья и повышения уровня жизни населения, обеспечения комфортных условий проживания граждан, создания условий, обеспечивающих повышение качества и увеличение продолжительности жизни населения. Согласно Стратегии социально-экономического развития Самарской области [1] безусловными приоритетами государственной политики в регионе будут являться основные сферы жизнедеятельности, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья человека. Трудность ее решения обусловлена повсеместным ухудшением состояния источников питьевой воды, техническими трудностями получения питьевой воды, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам [2–7]. Повышение уровня антропогенного загрязнения территории источников питьевого водоснабжения, значительный износ сооружений

An increase in the level of anthropogenic pollution of the territory of drinking water supply sources, significant deterioration of structures and equipment in the water sector, determine the urgency of the problem of providing residents with clean drinking water and make it a priority task for the socio-economic development of the city. Tolyatti. The article examines the state of the operating elements of the drinking water supply systems and the degree of their accident rate in the Volga region on the example of G.O. Tolyatti. The results of the studies carried out with the aim of developing recommendations for improving the efficiency of the elements of water supply systems are presented. We recommend alternative options for the restoration and operation of networks and structures of drinking water supply systems in the region.

Keywords: water supply, water supply network, pipelines, water consumption, drinking water, water intake, treatment facilities, reconstruction, operation, trenchless technology

и оборудования водного сектора, отсутствие резервного водоисточника (Автозаводский р-н) определяют актуальность проблемы гарантированного обеспечения жителей чистой питьевой водой и выводят ее в приоритетные задачи социально-экономического развития г. Тольятти. Возрастающие экологические требования предписывают необходимость повышения качества очистки природных и сточных вод [2–4]. Наиболее дорогим элементом комплекса водоснабжения любого большого города является система транспортирования питьевой и технической воды. Она включает водоводы, распределительную сеть и устанавливаемые на ней сооружения и арматуру для выключения, регулирования, обслуживания, ремонта и обеспечения надежной и безаварийной работы трубопроводов. Стоимость систем подачи и распределения воды составляет от 40 до 70 % стоимости всей системы водоснабжения города. В связи с этим поддержание высокой

работоспособности систем транспортирования воды (т. е. своевременное и эффективное техническое обслуживание, ремонт трубопроводов и оборудования по причине их старения или преждевременного износа) остается для городских коммунальных служб приоритетным.

Централизованное водоснабжение жителей Тольятти осуществляется в Автозаводском районе посредством водозаборных и очистных сооружений ОАО «АвтоВАЗ» из поверхностного источника – Куйбышевского водохранилища на р. Волге. Очистные сооружения водопровода построены по проектам, разработанным в 1967 г., эксплуатируются с 1969 г. и предназначены для подготовки производственной и питьевой воды для нужд ОАО «АвтоВАЗ», его предприятий и жилищного фонда Автозаводского р-на Тольятти. Проектная производительность насосной станции первого подъема ОАО «АвтоВАЗ» составляет 480 тыс. куб. м в сутки, производительность очистных сооружений водоснабжения – 305 тыс. куб. м в сутки. Применяемая технология водоподготовки решает задачу получения качества питьевой воды, удовлетворяющего нормативным требованиям. Однако ухудшение состояния источников водоснабжения, возрастающий риск их антропогенного загрязнения в условиях маловодья и постоянного ужесточения нормативов качества питьевой воды обуславливают необходимость внедрения современных эффективных технологий [2–6]. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения средних и крупных городов должна базироваться не менее чем на двух независимых источниках водоснабжения [7–9]. Для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения должны быть привлечены возможные ресурсы подземных вод. При этом минимальная доля подземных вод в общем объеме водоснабжения города должна быть достаточной, чтобы иметь возможность обеспечивать бесперебойную подачу воды населению при отключении головных сооружений поверхностных источников в период их аварийного загрязнения.

Транспортировка питьевой воды осуществляется по системе трубопроводов протяженностью более 384 км. Водопроводная сеть является одним из уязвимых элементов в системе водоснабжения города. Средний физический износ водопроводных сетей Автозаводского р-на (эксплуатирующая организация ОАО «ТЕВИС») составляет 87,1 %, оборудования водопроводных насосных станций (ВНС) – 59,4 %. Ежегодно капитальный ремонт выполняется на сетях водоснабжения протяженностью 6–8 км, включая магистральные сети. Установленный нормативный срок службы исчерпали около

112 км труб, т. е. 30 % от общей протяженности. Ежегодный прирост амортизированных сетей водоснабжения достигает от 30 км и более.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Тольятти (Центрального и Комсомольского р-нов) используется вода, добываемая из подземных источников Тольяттинского месторождения, находящихся в хозяйственном ведении организации водопроводно-канализационного хозяйства. Добываемая вода по своим качественным характеристикам соответствует действующим нормам СанПиН 2.1.4.559–96 и СанПиН 2.1.4.1074–01 [5,6], поэтому на всех водозаборах отсутствуют системы водоподготовки.

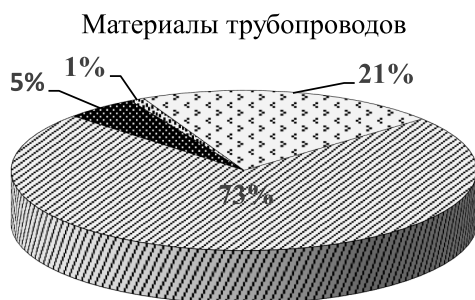
Для водоснабжения Центрального и Комсомольского р-нов г. Тольятти в качестве источников водоснабжения организация водопроводно-канализационного хозяйства использует 8 водозаборов подземных вод, расположенных в центральной части Тольяттинского месторождения. Каждый водозабор включает в себя группу водозаборных скважин (от 1 до 59 скважин), накопительные резервуары чистой воды и насосные станции второго подъема, а также сети водопровода различного диаметра. Вода с водоносного горизонта забирается скважинами и по трубопроводам поступает в накопительные резервуары, далее без какой-либо водоподготовки насосными станциями второго подъема или самотеком по магистральным водопроводам подается в разводящую сеть и далее потребителям. Среднесуточный забор воды составляет 120–125 тыс. куб. м.

Общая протяженность магистральных, уличных и внутриквартальных эксплуатируемых сетей водопровода Центрального и Комсомольского р-нов, поселка «Поволжский» и Ягодинского лесничества, квартала № 5 оздоровительного комплекса «Алые паруса» составляет 480,58 км.

Анализ существующего состояния сетей водоснабжения, проведенный организацией водопроводно-канализационного хозяйства, показал, что износ составляет 84,67 %, для поддержания системы водоснабжения в технически исправном состоянии требуется ежегодно перекладывать сети диаметром до 400 мм – 23,0 км и диаметром более 400 мм – 4,3 км.

Водопроводные сети Центрального и Комсомольского р-нов (материалы труб: сталь, чугун и полиэтилен, асбестоцемент, диаметрами от 25 до 1400 мм) представляют собой кольцевые водопроводные сети, включающие магистральные водоводы и разводящую уличную и внутриквартальную сеть (рис. 1).

Давление в сети центральной части Комсомольского р-на и жилого массива «Шлюзовой»



■ Сталь ■ ПНД ■ Асбестоцемент □ Чугун

Рис. 1. Материалы труб Центрального и Комсомольского р-нов Тольятти

определяется уровнем воды в резервуарах водозаборов, а в водопроводных сетях Центрального р-на и мкр. «Железнодорожный» – давлением насосов насосной станции второго подъема.

Анализ существующего давления в водопроводной сети показывает, что практически на всей территории центральной части Комсомольского р-на свободный напор превышает максимально допустимый свободный напор, который, согласно СНиП 2.04.02–84 [7], в наружной сети хозяйственно-питьевого водопровода у потребителей не должен превышать 60 м. Такое положение объясняется значительной разностью отметок уровня воды в резервуарах и отметок земли в жилой застройке. Во многих узлах сети напор превышает 80 м, а в районе улиц Ярославской и Мурысева свободный напор по данным замеров равен 102 м. Эксплуатация такой сети имеет как положительные моменты, так и отрицательные.

Положительным моментом является то, что практически все здания независимо от этажности обеспечиваются требуемым напором непосредственно из водопроводной сети, что позволяет получать значительный экономический эффект и снижение эксплуатационных затрат. Отрицательными моментами являются: рост нерациональных потерь воды потребителями; рост аварийных ситуаций, вызванных избыточными напорами. Исследованиями установлено, что при снижении среднего напора на вводе в здание на 10 м достигается уменьшение общего суточного расхода воды на 5–8 % при прочих равных условиях. Следовательно, фактическое водопотребление может значительно отличаться от нормативного [8–11]. Анализ структуры водопроводной сети показывает четко выраженную систему водоводов и перемычек. Анализ работы водопроводной сети при максимальном часовом водопотреблении показывает следующее:

а) в водопроводной сети центральной части района расчетные свободные напоры в большей части узлов превосходят регламентируемый СНиПом [7] максимально допустимый напор – 60 м;

б) расчетные скорости в участках сети колеблются от 0,01 до 0,99 м/с, причем большее число участков (67,6 % от общего количества) работают со скоростями менее 0,3 м/с.

На рис. 2 представлена гистограмма распределения участков по их загрузке в процентном соотношении. Только 15 % участков работают со скоростями более 0,5 м/с. Потери напора в участках небольшие, поэтому разница в пьезометрических напорах между точкой подклю-

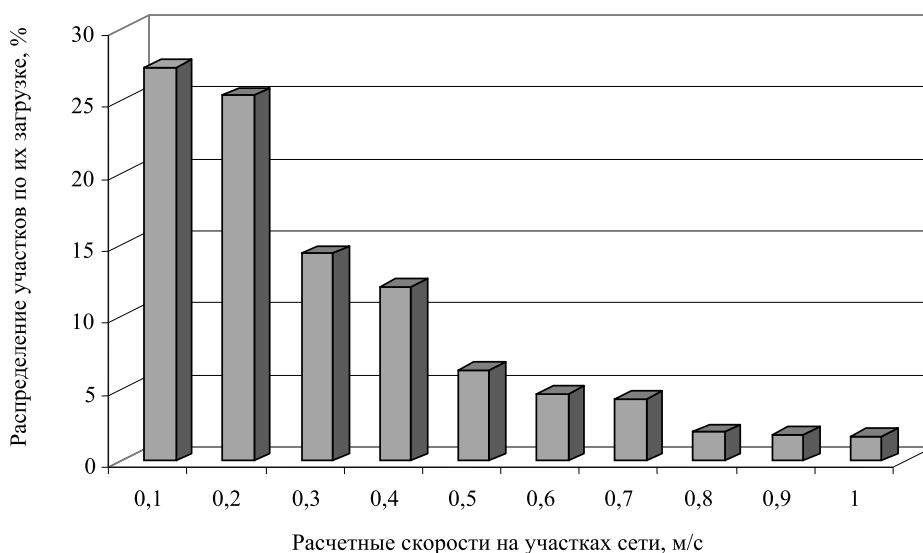


Рис. 2. Распределение участков сети по скорости

чения водовода к сети и наиболее удаленными точками сети составляет примерно 2 м. Это говорит о том, что водопроводная сеть обладает большой пропускной способностью. Наиболее нагружены водоводы от водозаборов, в которых скорость достигает 0,99 м/с. Скорость на других водоводах меняется по мере разбора воды.

Важен следующий факт. Наблюдается стабильное водопотребление в ночные часы суток, которое примерно в два раза меньше максимального. Это говорит о том, что в общем объеме водопотребления есть постоянная составляющая – утечки воды у потребителя. Такое положение дел характерно для систем водоснабжения с высоким давлением в водопроводной сети [12–14]. В таких случаях фактическое водопотребление превышает нормативное.

По состоянию до 2011 г. наличие повреждений на стальных водопроводных сетях подтверждает их физический износ [15, 16]. На рис. 3 представлена диаграмма изменения количества повреждений n в зависимости от изменения диаметра стальных трубопроводов.

Производственной программой перекладки сетей водоснабжения предусматриваются с заменой стальных труб на полиэтиленовые среднего и высокого давления.

Ежегодно на трубопроводах и оборудовании городской водопроводной сети города фиксируется более 250 различных отказов и повреждений, причем для устранения трети из них требуется проведение раскопочных работ.

Увеличение дефектов на сетях водопровода связано с продолжением «старения» [15, 16]. В настоящее время из 480,58 км водопровода в аренде, 336,06 км имеет износ 92–100 %. Для поддержания уровня износа сетей необходимо ежегодно переключать 21,26 км сетей (см. таблицу), что способствует допустимости эксплуатации водопроводных сетей и снижения уровня износа по общей протяженности сети водопровода.

Для обновления сетей водопровода объём плановой перекладки должен превышать амортизационный износ. Планы ремонтов на будущие годы разрабатываются исходя из про-

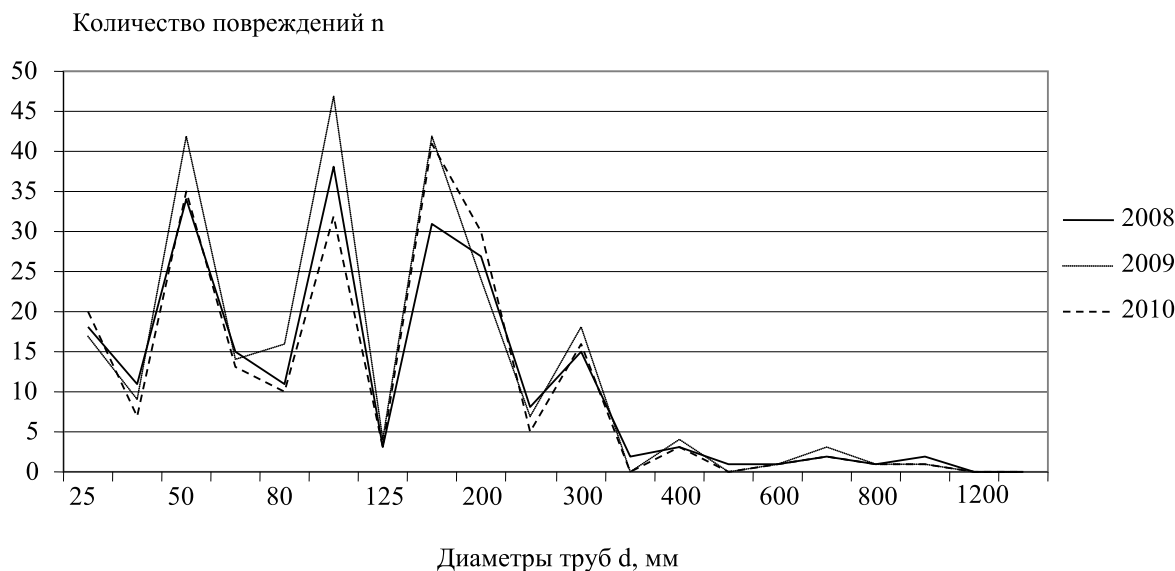


Рис. 3. Повреждения на стальных трубопроводах

Необходимый ежегодный объем перекладки

| Материал труб | Норма амортизации, % | Протяженность, км | Объем перекладки, км/год |
|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
| Сталь | 5,00 | 347,74 | 17,39 |
| Чугун | 2,88 | 130,53 | 3,76 |
| Асбестоцемент | 5,00 | 2,20 | 0,11 |
| Железобетон | 3,3 | 0,11 | 0,00 |
| Итого: | | 480,58 | 21,26 |

гноза выделения средств на эти цели. Системный анализ трубопроводных систем на зарастание не проводится, данные не собираются, но по опыту эксплуатации наибольшие зарастания наблюдаются на стальных трубопроводах, затем на чугунных. На полиэтиленовых трубах практически отсутствуют отложения либо присутствуют в виде пленки.

В зависимости от гидравлического режима трубопроводов зарастание происходит более или менее интенсивно. На участках трубопроводов с малыми скоростями 0,1–0,5 м/с наблюдается уменьшение сечения до 40 %. В зависимости от диаметра трубопроводов толщина твердых отложений достигает: при небольших диаметрах – 4 мм, а на трубопроводах диаметром 1000 мм – до 15 см. Наибольший слой отложений наблюдается в донной части трубопровода: на стенках и верхней части слой отложений значительно меньше. При промывке снимаются не все отложения, а лишь мягкие. Промывка ведется до полного очищения воды от взвешенных веществ. При этом твердые отложения могут остаться на стенках трубопровода, что, несомненно, в дальнейшем будет значительно ухудшать гидравлические свойства трубопровода.

Согласно собранным данным сделан вывод, что наибольшее количество отказов (35 %) приходится на трубопроводы, находящиеся в грунте (в траншее). Причиной отказов служат свищи, коррозия (74 %), износ трубопровода (25 %), течь по сварному шву (1 %). Наиболее часто происходят отказы на сетях диаметром: 100 мм – 43 %, 150 мм – 20 %, 200–300 мм – 17 %. На стальные трубопроводы приходится 86 %

отказов. По состоянию на 2011 г. зафиксировано 459 отказов (из них: в колодце – 299 шт.; в траншее (на трубопроводе) – 160 шт.) на сетях водопровода, находящихся в эксплуатации организации водопроводно-канализационного хозяйства, а также на частных сетях водопровода (рис. 4–6). Под отказом понимается событие, когда сети и их элементы полностью или частично перестают выполнять свои функции, т. е. функции водообеспечения.

Причиной сложившейся ситуации стало низкое качество материала трубопроводов. Большинство трубопроводов водопроводной сети г. Тольяти имеет в настоящее время значительный физический износ, так как они были построены и введены в эксплуатацию в период бурного жилищного строительства в 1960–1980 гг. прошлого века, без учета требований надежности применяемых материалов и организационно-технических возможностей эксплуатирующих организаций. Причины сложившейся в последние годы напряженной ситуации с обеспечением надежности водопроводной сети связаны с тем, что, вопреки требованиям СНиПов, при строительстве водопроводов в бывшем СССР широко использовались стальные трубы, не защищенные от внутренней и внешней коррозии.

В этот период времени наблюдался дефицит качественных труб и арматуры, выпуск чугунных труб отечественной промышленностью был прекращен, а вместо них производились только стальные, из некачественной низколегированной стали и без антикоррозионной защиты. Срок службы таких стальных труб не превышает 20 лет.

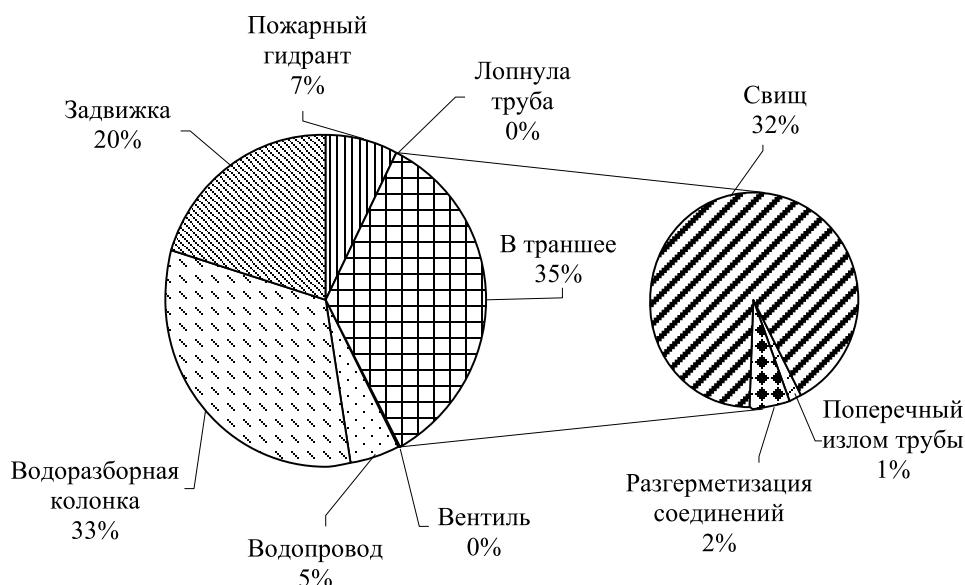


Рис. 4. Отказы на сетях водопровода



Рис. 5. Отказы (в траншее) по материалам труб

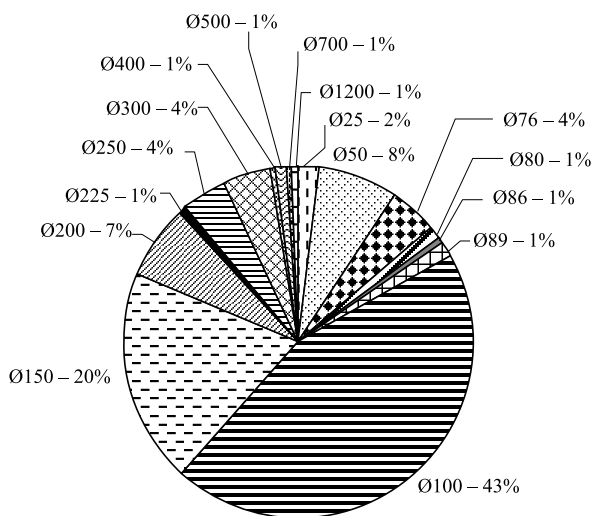


Рис. 6. Отказы на трубопроводе (в траншее) по диаметрам

Опыт эксплуатации подземных водозаборов показывает, что не всегда обычный санитарно-химический анализ воды подземного источника водоснабжения позволяет определить форму, в которой железо и марганец находятся в воде.

В воде подземного источника железо обычно находится в истинно растворенном состоянии и в виде бикарбоната закиси железа $[Fe(HCO_3)_2]$. Такая вода в первое время по выходе из скважины бесцветна и прозрачна, но при стоянии в открытом сосуде постепенно мутнеет и из нее выпадает красно-коричневый осадок. Если в воде одновременно содержится железо и сероводород, то вода оказывается загрязненной тонкодисперсной взвесью сульфида железа (FeS), придающей воде черную окраску.

Кроме железа в воде подземных водозаборов содержится марганец. Марганец в воде подземных источников чаще всего встречается в виде бикарбоната закиси $[Mn(HCO_3)_2]$. При контакте с воздухом, прежде всего из воды вы-

деляется осадок гидроокиси железа, так как железо окисляется легче, чем марганец. Марганец растворенным в воде кислородом при $pH < 7$ не окисляется.

Практикой установлено, что окисление марганца и железа осуществляется хлорированием. Хлор окисляет Mn^{2+} в Mn^{3+} при $pH = 6,5-7$ за 2-3 часа. Расход хлора на окисление 1 мг марганца в отсутствии аммонийных солей составляет примерно 1,3 мг, при наличии NH_4^+ расход хлора возрастает на величину, необходимую для их связывания.

На окисление 1 мг двухвалентного железа расходуется около 0,64 мг Cl_2 , щелочность воды при этом снижается на 0,018 ммоль/л на каждый 1 мг удаленного из воды железа. Окисление закисного железа хлором идет очень быстро. Так, при содержании в воде железа 1,0 мг/л окисление происходит в течение 10-15 мин. Окисленные Mn и $Fe(OH)_3$ выпадают в осадок. Осадок образуется на стенах труб и резервуаров, кроме того в резервуарах имеются «мертвые» зоны, где не происходит обмена воды, что создает условия для образования сульфида железа, который представляет собой черный тонкодисперсный осадок. В подземной воде подземных водозаборов, питающих Центральный и Комсомольский р-ны, содержится как железо в двухвалентной форме, так и марганец.

Периодически резервуары чистой воды останавливают на чистку и хлорирование. В период остановки вода из резервуара сбрасывается полностью в сеть, поэтому часть железа, выпавшего в осадок, перед чисткой резервуара попадает в разводящую сеть. При хлорировании воды, находящейся в течение суток в резервуаре для дезинфекции, происходит окисление хлором двухвалентного железа и марганца, в результате чего содержание взвешенных веществ и мутность воды, поступающей в сеть из резервуара, увеличивается.

Выносимый осадок в водопроводную сеть при скоростях движения воды в трубах меньше 0,7 м/с оседает на стенках труб. В тупиковых участках водопроводной сети с малым обменом воды происходит образование сульфида железа и соответственно развитие железобактерий. Образование сероводорода здесь может происходить вследствие восстановления содержащихся в воде сульфатов в результате жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий. При окислении железа и марганца в воде образуется осадок, который при малых скоростях оседает на стенках труб. В результате этот осадок накапливается и периодически, срываясь со стенок (изменяется скорость, направление движения воды), снижает качество подаваемой потребителю воды.

Анализ результатов физико-химического состава воды, поступающей из скважин в резервуары, и качества воды, поступающей потребителям, позволяет сделать следующие выводы:

1. Среднее значение качественного состава воды, подаваемой потребителям, соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.559–96 [5] по всем показателям, кроме железа общего и марганца. Средние концентрации железа и марганца соответствуют согласованным значениями (не превышают 0,8 и 0,5 мг/л).

2. В периоды чистки резервуаров, при полном срабатывании воды, из резервуара перед чисткой и после хлорирования с водой выносятся взвесь в водопроводную сеть, в результате в питьевой воде возрастает содержание взвешенных веществ, а мутность воды превышает требования СанПиН 2.1.4.559–96 [5]. Взвесь оседает на стенках труб и создает условия для образования сульфида железа (черный тонкодисперсный осадок).

3. При остановке резервуаров необходимо обеспечивать тщательную очистку стен и днища от отложений взвеси, не допускать мест с накоплением железистых отложений, в противном случае в этих местах будет образовываться сульфид железа, способствующий развиту железобактерий.

При сборе информации о состоянии трубопроводов систем водоснабжения г. Тольятти была выявлена существенная проблема – отсутствие единой информационной базы. Разрозненность первичной документации, такой как исполнительная документация, паспорта трубопроводов, паспорта аварий, инвентаризационные данные и пр., усложняет процесс оценки и составления прогноза показателей надежности, выбора приоритетных объектов санации трубопроводов, что в дальнейшем приводит к неэффективной эксплуатации трубопроводных систем. Поэтому необходимо создание единой электронной информационной базы. Для автоматизированного ввода, хранения, обработки и выдачи необходимой информации по оценке и прогнозу уровня надежности трубопроводов и оборудования водопроводной сети необходимо применение автоматизированного информационно-технического обеспечения, включающего в себя базы данных (БД) [17]: паспортов участков сети; паспортов водосчетчиков; паспортов колодцев и камер; паспортов водопроводного ввода; эскизов детальной заборной арматуры колодцев и камер; графического изображения водопроводной сети; схем водомерного узла; текущего состояния трубопроводов (результаты диагностического контроля); прочих эксплуатационных

параметров (напоры в сети, данные группы гидроизмерений и т. п.); учтенного водопотребления; качества воды в распределительной сети; по повреждениям и восстановлению участков трубопроводов и арматуры; выданных Технических условий на водоснабжение объекта, перекадку, санацию, проектирование СКЗ.

Такая база данных позволит выбирать первоочередные объекты восстановления, к которым относятся объекты, имеющие наибольший риск аварий и которые в ближайшее время с экономической и с технической позиций окажутся не пригодными для дальнейшего нормального функционирования, т. е. потребуются их восстановление.

Для практической реализации алгоритма выбора потенциальных и приоритетных (первоочередных) объектов восстановления трубопроводов методами бестраншейных технологий (санации) разработано автоматизированное информационно-техническое обеспечение (система АИТС «Санация») [17,18].

Как и в большинстве российских городов, в Тольятти для восстановления трубопроводов систем водоснабжения используется преимущественно открытый способ, т. е. проведение земляных работ с раскопкой траншей или котлованов, ремонтом или заменой трубопровода. Чаще всего лишь в случае пересечения трубопроводов с автодорогами, чтобы предотвратить разрушение асфальтового покрытия и перекрытие движения автотранспорта, используются бестраншейные методы, такие как метод горизонтально-направленного бурения, метод труба в трубе.

Предлагаемые на строительном рынке методы восстановления трубопроводов достаточно разнообразны. Инженерные коммуникации – особая сфера, которая требует более тщательной проработки при принятии решения. При малейшей ошибке решение вопроса в денежном выражении вырастает в несколько раз. Поэтому перед принятием решения необходимо провести диагностику трассы и на основе обследований выбрать метод восстановления трубопровода. В случае если трасса не подлежит ремонту, принимается решение по ее замене. Отечественные и зарубежные производители предлагают обширный перечень оборудования для разрушения старых трубопроводов из любого материала с одновременной заменой их на полиэтиленовые трубы большего сечения. Подобное оборудование позволяет решить сразу несколько задач: избежать перекадки трубопровода, увеличить пропускную способность. Несомненно, бестраншейные методы ремонта и замены коммуникаций значительно выгоднее, чем проектирование и строитель-

ство новых коммуникаций. И чем раньше мы сможем приступить к ремонту, тем выгодней это для владельцев сетей и жителей городов. Наибольший интерес для формирования подходов к вопросам экологической безопасности и надежности при функционировании систем водоснабжения крупных городов представляют последние работы В.А. Орлова, С.В. Храменкова, О.Г. Примина, В.А. Харькина [17–24]. В них наиболее полно освещен вопрос совершенствования методов бестраншейной реконструкции трубопроводных систем водоснабжения и водоотведения на примере Москвы. Большой вклад в развитие теории и практики водоснабжения вносят МГУП «Мосводоканал», НИИ ВОДГЕО, НИИ КВОВ, АКХ им. К.Д. Памфилова. В [20–22,24] представлены сведения о последних достижениях в области бестраншейных технологий строительства, реконструкции, модернизации подземных инженерных сетей, систематизированы и проанализированы вопросы, связанные с использованием труб и защитных покрытий из традиционных и новых материалов, а также оборудования для бестраншейных технологий, описаны основные принципы современных методов локации, телеинспекции инженерных сетей, прочистки и эксплуатации подземных трубопроводов. В последние десятилетия в сфере эксплуатации и ремонта городских коммунальных систем водоснабжения стало популярным направление, получившее название бестраншейной технологии восстановления (санации) старых (ветхих) и прокладки новых трубопроводов. Это направление является альтернативой открытому способу ремонта, реконструкции и строительства подземных трубопроводов любого назначения [25].

Под бестраншейными технологиями понимаются технологии прокладки, замены, ремонта, инспекции и обнаружения дефектов в подземных коммуникациях различного назначения с минимальным вскрытием земной поверхности. Бестраншейные технологии санации и прокладки трубопроводов наряду с оперативностью и экономичностью по сравнению с традиционными методами (проведение работ открытым способом) позволяют не нарушать сложившуюся экологическую обстановку.

Целью бестраншейной технологии является полное восстановление структуры трубопровода путём устранения всех видов дефектов по длине труб и в местах их стыковки при соблюдении (поддержании) исходных гидравлических характеристик течения потока жидкости. Восстановление структуры призвано обеспечить механическую прочность сооружению (трубопроводу) для выдерживания им постоянных нагрузок (насыпного грунта, покрытий)

и временных (транспортных средств). При этом восстановление структуры не должно сопровождаться появлением дополнительных проблем, которые ранее не наблюдались.

Выводы и рекомендации

Анализ существующего состояния сетей водоснабжения показал, что большинство трубопроводов водопроводной сети г. Тольятти имеет в настоящее время значительный физический износ, так как они были построены и введены в эксплуатацию в период бурного жилищного строительства прошлого века, без учета требований надежности применяемых материалов и организационно-технических возможностей эксплуатирующих организаций.

Отсутствует единая информационная база о состоянии трубопроводов. Разрозненность первичной документации усложняет процесс оценки и составления прогноза показателей надежности, выбора приоритетных объектов санации трубопроводов, что в дальнейшем приводит к неэффективной эксплуатации трубопроводных систем. Создание единой электронной информационной базы позволит выбирать первоочередные объекты восстановления, к которым относятся объекты, имеющие наибольший риск аварий, т. е. потребуются их восстановление.

В периоды чистки резервуаров, при полном сбрасывании воды из резервуара перед чисткой и после хлорирования с водой выносятся взвесь в водопроводную сеть, в результате в питьевой воде возрастает содержание взвешенных веществ, а мутность воды превышает требования СанПиН 2.1.4.559-96 [5]. Взвесь оседает на стенках труб и создает условия для образования сульфида железа (черный тонкодисперсный осадок). При остановке резервуаров необходимо обеспечивать тщательную очистку стен и дна от отложений взвеси, не допускать мест с накоплением железистых отложений, в противном случае в этих местах будет образовываться сульфид железа, способствующий развитию железобактерий.

Как и в большинстве российских городов в г. Тольятти для восстановления трубопроводов систем водоснабжения используется преимущественно открытый способ, т. е. проведение земляных работ с раскопкой траншеи или котлованов, ремонтом или заменой трубопровода. Ухудшение состояния источников водоснабжения, возрастающий риск их антропогенного загрязнения в условиях маловодья и постоянного ужесточения нормативов качества питьевой воды обуславливают необходимость внедрения современных эффективных технологий.

Предлагаемые на строительном рынке методы восстановления трубопроводов достаточно разнообразны. Инженерные коммуникации – особая сфера, которая требует более тщательной проработки при принятии решения. При малейшей ошибке решение вопроса в денежном выражении вырастает в несколько раз. Поэтому перед принятием решения необходимо провести диагностику трассы и на основе обследований выбрать метод восстановления трубопровода. Несомненно, бестраншейные методы ремонта и замены коммуникаций значительно выгодней, чем проектирование и строительство новых коммуникаций. Целью бестраншейной технологии является полное восстановление структуры трубопровода путём устранения всех видов дефектов по длине труб и в местах их стыковки при соблюдении (поддержании) исходных гидравлических характеристик течения потока жидкости. Восстановление структуры призвано обеспечить механическую прочность сооружению (трубопроводу) для выдерживания им постоянных нагрузок (насыпного грунта, покрытий) и временных (транспортных средств). При этом восстановление структуры не должно сопровождаться появлением дополнительных проблем, которые ранее не наблюдались. Для практической реализации алгоритма выбора потенциальных и приоритетных (первоочередных) объектов восстановления трубопроводов методами бестраншейных технологий (санации) разработано автоматизированное информационно-техническое обеспечение (система АИТС «Санация») [17,18].

Для решения задачи по гарантированному обеспечению жителей г. Тольятти и других регионов России чистой питьевой водой необходима организация совместных действий органов исполнительной и законодательной власти, предприятий водного сектора, инвесторов, технических специалистов, населения города по созданию в водном секторе эффективных, качественно новых, современных форм и методов управления. Необходимо отметить, что восстановление сетей и сооружений требует серьёзных предварительных проработок (научно-технических, экономических, организационных и т. д.), на которые может быть затрачено до 25 % средств, выделяемых на восстановление объекта. Об этом и о других проблемах данного направления будем представлять более обобщающие научные материалы в последующих статьях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства РФ «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» от 27.08.2009 № 1235-р (ред. от 28.12.2010).
2. Селезнева А.В., Селезнев В.А., Сайриддинов С.Ш. Проблемы водоснабжения г.Тольятти и их обоснование решения комплексными исследованиями на примере Автозаводского района // Материалы научно-практической конференции «Яковлевские чтения», посвященной 100-летию памяти академика РАН С.В. Яковлева. М.: МГСУ, 2014. С. 82–87.
3. Селезнева А.В., Селезнев В.А., Сайриддинов С.Ш. Экологическое нормирование биогенной нагрузки на источники питьевого водоснабжения (на примере Саратовского водохранилища) // Вода MagaZine (для профессионалов водного рынка). 2012. № 4. С. 40 – 43.
4. Селезнева А.В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты: монография / Сам НЦ РАН. Самара, 2007. 105 с.
5. СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода: Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы. М.,1996. 11 с.
6. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М., 2002. 103 с.
7. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: взамен СНиП II-31-74: введ.01.01.85. М., 2001. 128 с.
8. Водоснабжение. Водоотведение. Оборудование и технологии: справочник / гл. ред. С.А. Грачев. М.: Стройинформ, 2006. 401 с.
9. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: справочник / под ред. В.Д. Дмитриева. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат,1988. 383 с.
10. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: справочник строителя / под ред. А.К. Перешивкина. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат,1988. 653 с.
11. Наладка и интенсификация работы городских систем подачи и распределения воды: справочник строителя. М.: Стройиздат,1978.
12. Сайриддинов С.Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения. М.: Издательство АСВ, 2012. 352 с.
13. Сайриддинов С.Ш. Основы гидравлики. М.: Издательство АСВ, 2014. 384 с.
14. Сомов М.А., Журба М.Г. Водоснабжение. Т. 1. Системы забора, подачи и распределения воды. М.: Издательство АСВ, 2008. 262 с.
15. Сайриддинов С.Ш., Чернышева А.В. О причинах реконструкции трубопроводов водопроводных систем подачи и распределения воды // Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: материалы IX международной научно-практической конференции. Пенза, 2011. С. 98–102.
16. Сайриддинов С.Ш. Влияние старения и коррозии трубопроводов водопроводных и водоотводящих сетей на качество транспортируемой воды /

ВНИИТПИ Госстроя России. Серия «Строительство и архитектура»: экспресс-информация (зарубежный и отечественный опыт). Вып. 1. М., 2004. С. 81–84.

17. Храменков С.В. Стратегия модернизации водопроводной сети. М.: Стройиздат, 2005. 400 с.

18. Орлов В.А., Харьков В.А. Стратегии и методы восстановления подземных трубопроводов. М.: Стройиздат, 2001. 96 с.

19. Храменков С.В., Примин О.Г. Регламент эксплуатации водопроводной сети г. Москвы. М.: Миклош, 2007. 224 с.

20. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. М.: Издательство Прима-Пресс-М, 2002. 283 с.

21. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. М.: ТИМР, 2009. 179 с.

22. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Реконструкция трубопроводных систем. М.: Издательство АСВ, 2008. 216 с.

23. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А., Отставнов А.А. Регламент использования полиэтиленовых труб для реконструкции сетей водоснабжения и водоотведения. М.: Миклош, 2007. 264 с.

24. Бестраншейные технологии в России: справочник. М.: ТА Инжиниринг, 2006. 304 с.

REFERENCES

1. *Rasporyazhenie Pravitel'stva RF «Ob utverzhdenii Vodnoj strategii Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda»* [Order of the Government of the Russian Federation «On approval of the Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020»], 2009, August 27, no. 1235-р (edited. from 28.12.2010).

2. Selezneva A.V., Seleznev V.A., Sayriddinov S.Sh. Problems of water supply in Togliatti and their justification for solving complex studies. *Sbornik trudov hauchno prakticheskoy koferensii « Yakovlevskie chteniy », posvyshchennoy 100 letiyakademika RAN S.V.Yakovleva.* [The collection Scientific-practical conference “Yakovlev’s Readings” dedicated to the 100th anniversary of the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences S.V. Yakovleva]. Moscow, MGSU Publ., 2014, pp. 82-87 (in Russian).

3. Selezneva A.V., Seleznev V.A., Sayriddinov S.Sh. Ecological regulation of nutrient load on drinking water supply sources (on the example of the Saratov reservoir). *ZHurnal «Voda MagaZine»* (dlya professionalov vodnogo rynka) [Water MagaZine (for professionals of the water market)], 2012, no. 4, pp. 40-43 (in Russian).

4. Selezneva A.V. *Ot normirovaniyu k antropogennoy nagruzki na vodniy obyekt. Monografiy* [From monitoring to regulation of anthropogenic load on water bodies. Monograph]. Samara, Ed. NTS RAN, 2007. 105p.

5. SanPiN 2.1.4.559-96. *Pit'evaya voda: Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva. Sanitarnye pravila i*

normy [Federal sanitary rules, norms and hygienic standards (SRIHS) 2.1.4.559-96. Quality control]. Moscow, Goskomsanepidnadzor of Russia, 1996. 11 p.

6. SanPiN 2.1.4.1074-01. *Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy* [Sanitary rules, norms and hygienic standards (SRIHS) 2.1.4.1074-01. Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems]. Quality control. Moscow, Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia, 2002. 103 p.

7. SNiP 2.04.02-84*. *Vodosnabzhenie. Naruzhnyye seti i sooruzheniya: vzamen SNiP II-31-74: vved.01.01.85* [Building codes (BC) 2.04.02-84 *. Water supply. External networks and structures: instead of Building codes and regulations II-31-74: introduced. 01.01.85]. Moscow: Gosstroy of Russia: GUP TSPP, 2001. 128 p. (

8. *Vodosnabzhenie. Vodootvedenie. Oborudovanie i tekhnologii* [Water supply. Wastewater disposal. Equipment and technologies]. Ch. ed. S.A. Grachev. Moscow: Stroyinform, 2006. 401 p.

9. *Ekspluatatsiy sistem vodosnabzheniy, i kanalizatsii i gazosnabzheniy. Spravochnik* [Operation of water supply, sewerage and gas supply systems], 3rd ed. Leninograd, 1988. 383p.

10. *Montazh sistem vhechnego vodosnabzheniy i kanalizatsii. Spravochnik stroitely* [Builder’s guide. Installation of external water supply and sewerage systems. Builder’s Handbook], 4th ed. A.K. Pereshivkin. Moscow: Stroyizdat, 1988. 653 p.

11. *Naladka i intensivatsiy raboti gorodskih sistem podachi i raspredeleniy vody* [Builder’s Handbook. Adjustment and intensification of the work of urban water supply and distribution systems]. Moscow: Stroyizdat, 1978.

12. Sayriddinov S.Sh. *Gidravlika sistem vodosnabzheniy i vodootvedeniy. Uchebnoe posobie dly vuzov* [Hydraulics of water supply and sewerage systems. Study guide for higher education]. Moscow: Publishing house ASV, 2012. 352p.

13. Sayriddinov S.Sh. *Osnovy gidravliki. Uchebnik dly vuzov* [Fundamentals of hydraulics. Textbook for universities]. Moscow: Publishing house ASV, 2014. 384p.

14. Somov M.A., Zhurba M.G. *Vodootvedenie. Tom 1. Sistema zabora, podachi i raspredeleniy vody. Uchebnik dly vuzov* [Water supply. Volume 1. Systems of intake, supply and distribution of water. Textbook for universities.]. Moscow: Publishing house ASV, 2008. 262p.

15. Sayriddinov S.Sh., Chernysheva A.V. On the reasons for the reconstruction of pipelines of water supply and distribution systems. *V sbornike trudov Mezhotraslevoy nauchno-informatcionnogo tsentra Penzenskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii « Prirodo- resursnyy potential , ekologiy i ustoychivoe rasvitiye regionov Rossii»* [In the collection of works of the Interdisciplinary Scientific Information Center of the Penza Agricultural Academy “Natural resource potential, ecology and sustainable development of Russian regions.. Materials of the IX – th

international scientific and practical conference”]. Penza, 2011, pp. 98-102. (in Russian).

16. Sayrididinov S.Sh. *Vliyaniya stareniya i korrozii truboprovodov vodoprovodnykh i vodootvodyashchih setej na kachestvo transportiruemoj vody* [Influence of aging and corrosion of pipelines of water supply and drainage networks on the quality of transported water]. VNIINTPI Gosstroy of Russia. Series “Construction and Architecture”. Express – information (foreign and domestic experience), Issue 1. Moscow, 2004, pp. 81-84. (in Russian).

17. Khramenkov S.V. *Strategiy modernizatsii vodoprovodnoy seti* [Water supply network modernization strategy]. Moscow: Stroyizdat, 2005. 400p.

18. Orlov V.A., Khar'kin V.A. *Strategii i metody vosstanovleniy pdzemnykh truboprovodov* [Strategies and methods for the restoration of underground pipelines]. Moscow: Stroyizdat, 2005. 96p.

19. Khramenkov S.V., Primin O.G. *Reglament ekspluatatsii vodoprovodnoy seti* [Regulations for the operation of the water supply network of the city of Moscow]. Moscow: Miklos, 2007. 224p.

20. Khramenkov S.V., Primin O.G., Orlov V.A. *Bestransheynie metody vosstanovleniy truboprovodov* [Trench-

less methods of pipeline rehabilitation]. Moscow: Publishing house Prima-Press-M, 2002. 283p.

21. Khramenkov S.V., Primin O.G., Orlov V.A. *Bestransheynie metody vosstanovleniy truboprovodov* [Trenchless methods of pipeline restoration]. Moscow: TIMR, 2009. 179 p.

22. Khramenkov S.V., Primin O.G., Orlov V.A. *Rekonstruktsiy truboprovodnykh sistem* [Reconstruction of pipeline systems]. Moscow: Publishing house of the Association of building universities, 2008. 216 p.

23. Khramenkov S.V., Primin O.G., Orlov V.A., Ostavnov A.A. *Reglament ispolzovaniy polietilenovikh trub dly rekonstruktsii setey vodosnabzheniy* [Regulations for the use of polyethylene pipes for the reconstruction of water supply and sewerage network]. Moscow: Miklos, 2007. 264p.

24. *Bestransheynie tekhnologii v Rossii. Spravochnik obshchestvo po vnedreniy Bestransheynikh tekhnologiy* [Trenchless Technologies in Russia: A Guide to the Society for the Implementation of Trenchless Technologies]. Moscow: Publishing house: TA Engineering, 2006. 304p.

Об авторах:

САЙРИДДИНОВ Сайриддин Шахобович

кандидат технических наук, доцент Центра инженерного оборудования, профессор Российской академии естествознания Тольяттинский государственный университет Архитектурно-строительный институт 445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, тел. (8482)53-92-65,53-91-35 E-mail: mrsso@yandex.ru

СЕЛЕЗНЕВ Владимир Анатольевич

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией мониторинга водных объектов Институт экологии Волжского бассейна РАН 445003, Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10 E-mail: seleznev 53@ mail. ru

БУХМАН Николай Сергеевич

доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел. (846)2423579 E-mail: physics@samgtu.ru

SAYRIDINNOV Sayriddin Sh.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Engineering Equipment Center, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences Togliatti State University Architectural and Construction Institute 445020, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14, tel. (8482) 53-92-65,53-91-35 E-mail: mrsso@yandex.ru

SELEZNEV Vladimir A.

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of the Laboratory of Water Bodies Monitoring Institute of Volga Basin Ecology, Russian Academy of Sciences 445003, Russia, Togliatti, Komzina str., 10 E-mail: seleznev 53@ mail. ru

BUKHMANN Nikolai S.

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of Physics Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 tel. (846)2423579 E-mail: physics@samgtu.ru

Для цитирования: Сайриддинов С.Ш., Селезнев В.А., Бухман Н.С. О некоторых аспектах повышения эффективности действующих элементов систем водоснабжения // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 11–21. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.2.

For citation: Sayrididinov S.Sh., Seleznev V.A., On some aspects of increasing the efficiency of existing elements of water supply systems. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 11–21. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.2.

С. Ю. ТЕПЛЫХ
Н. С. БУХМАН

ВИДЫ ВОДООТВОДЯЩИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОМПЛЕКСОВ

TYPES OF WATER DISCHARGE ENGINEERING
SYSTEMS OF RAILWAY COMPLEXES

В статье рассмотрены природно-техногенные комплексы, в частности вводится новое понятие «железнодорожный природно-техногенный комплекс» (ЖПТК), который состоит из двух основных частей – природной и техногенной. Также в статье определены: структура ЖПТК, границы природно-промышленной железнодорожной системы и система дифференцирования элементов железнодорожных природно-техногенных комплексов, включающая основные классификационные параметры и характеристики. Предложенная система дифференцирования железнодорожных природно-техногенных комплексов на структурные элементы позволяет разработать направленную схему определения и устранения причин влияния поверхностных сточных вод, их сбор, отвод и последующую очистку согласно Водному кодексу.

Ключевые слова: железнодорожный природно-техногенный комплекс (ЖПТК), поверхностный сток, железнодорожный путь, загрязнение

Введение

Урбанизированные инженерные и техногенные системы обустройства человека на земле, включающие в себя природные объекты, на которых они построены и которые они призваны изменять – образуют техноприродные системы. Их принято называть природно-техногенными комплексами [1–4].

Основная часть

В работе вводится новое понятие-определение: *железнодорожный природно-техногенный комплекс (ЖПТК)*. ЖПТК состоит из двух основных частей – природной и техногенной. К природной части относятся: почва, геологические образования, поверхностные и подземные водные объекты, атмосферный воздух и животно-растительный мир. К техногенной части ЖПТК относятся стационарные (железнодорожный путь, линии электропередачи, др.) и передвижные объекты (локомотивы, вагоны, др.).

Железнодорожные природно-техногенные комплексы имеют сложные правовые взаимоотношения. Например, в соответствии с Водным

The article examines natural-technogenic complexes, in particular, introduces a new concept “railway natural-technogenic complex” (RNTC), which consists of two main parts – natural and technogenic. The article also defines: the structure of the RNTC, the boundaries of the natural-industrial railway system and the system for differentiating the elements of the railway natural-technogenic complexes, which includes the main classification parameters and characteristics. The proposed system for differentiating railway natural-technogenic complexes into structural elements makes it possible to develop a directed scheme for determining and eliminating the causes of the influence of surface wastewater, their collection, removal and subsequent treatment in accordance with the Water Code.

Keywords: railway natural-technogenic complex (RNTC), surface runoff, railway track, pollution

кодексом РФ водные объекты, реки находятся в государственной собственности и принадлежат гражданам Российской Федерации. А капитальные строения (станции, мосты) или линейные объекты (железнодорожные пути, автомобильные дороги) строительства на берегу могут принадлежать юридическому или физическому лицу, а транспортная инфраструктура (железнодорожные поезда, автотранспорт) – другому юридическому или физическому лицу.

При появлении в структуре экологической системы объектов транспортно-промышленного производства и пр., влияющих на их совместное взаимодействие, возникает иная экологическая система, созданная человеком искусственно и называемая *природно-промышленной железнодорожной системой*.

Структура природно-промышленной железнодорожной системы – транспортные (железные дороги, автомобильные дороги), промышленные, коммунальные, природные, являющиеся устойчивыми и самостоятельными объектами, которые функционируют как единое целое на основе определенного типа обмена веществом и энергией, информацией.

Основным компонентом природно-промышленной железнодорожной системы техногенного развития, при определении направления деятельности и характера ее влияния на окружающую среду, можно назвать ее транспортно-промышленное звено. В системе транспортно-промышленного звена выделяются объекты основного транспорта, предприятия вспомогательного транспортного производства, объекты строительства, капитального ремонта и реконструкции действующих транспортных магистралей, объекты энергоснабжения.

Границы природно-промышленной железнодорожной системы определяются границами зоны влияния транспортных предприятий на окружающую среду, входящих в систему.

Практически все компоненты экологической системы, которые функционируют как природно-промышленный железнодорожный комплекс, находятся под постоянным воздействием транспортных магистралей и движущихся по ним объектов транспорта [5–8].

Лесные, сельскохозяйственные и другие угодья, расположенные на территории и/или в непосредственной близости природно-промышленной железнодорожной системы, могут снижать качество своей продукции, а в некоторых случаях возможно полное изменение территориальных признаков экологической системы. Рациональнее всего выделять под железнодорожные промышленные комплексы неплодородные земли, что не может удовлетворять требованиям транспортных передвижений [9–11].

На территории и вблизи ЖПТК изменяется качество сельскохозяйственной продукции, так как определенная часть промышленных загрязняющих веществ может участвовать и участвует в естественном обмене веществ между минеральными веществами, растительными и животными организмами в природных сообществах [12], соответственно участвовать во всех звеньях экологической цепи и попадать в организм человека. Поэтому леса, сельскохозяйственные и прочие угодья, расположенные на территории и вблизи ЖПТ комплексов, должны оцениваться как неблагоприятные для производства продукции, должно отслеживаться качество получаемой продукции [13].

Система дифференцирования элементов железнодорожных природно-техногенных комплексов. При рассмотрении системы дифференцирования железнодорожного природно-техногенного комплекса, состоящего из двух основных частей – природной и техногенной, следует обратить внимание на существующую классификацию железнодорожных путей.

Классификация железнодорожных путей. Железнодорожный путь – сложный комплекс линейных и сосредоточенных инженерных сооружений и обустройств, расположенных

в полосе отвода, образующих дорогу с направляющей рельсовой колеей. Железнодорожный путь состоит из верхнего и нижнего строений пути, при различной загрязненности пути: чистые, малозагрязненные, средне загрязненные, загрязненные, сильно загрязненные [14].

К верхнему строению относятся рельсы, шпалы, рельсовые скрепления, балластный слой (балластная призма). К нижнему строению относятся земляное полотно и искусственные сооружения (мосты, трубы, путепроводы и т. д.). Железнодорожные пути делятся на главные, станционные и пути специального назначения. Главные – это пути, соединяющие станции или другие раздельные пункты. Станционные – это пути, расположенные в границах раздельных пунктов с путевым развитием. Данная классификация рассматривает исключительно узкую техногенную направленность, соответствующую требованиям железнодорожного строительства.

К природной части ЖПТК относятся: почва, геологические образования, поверхностные и подземные водные объекты, атмосферный воздух и животно-растительный мир. В настоящей работе будет рассматриваться взаимодействие ЖПТК с поверхностными и подземными водными объектами [15–18]. На примере Самарской области разработана система дифференцирования железнодорожных природно(водных)-техногенных систем на структурные элементы. Это необходимо для разработки качественно нового подхода в определении участков ЖПТК и принятия решений о выборе технологии и технологических схем и систем водоснабжения, водоотведения, обводнения железнодорожных путей.

Система дифференцирования природно-водных характеристик ЖПТК, предложенная в данной работе, включает в себя несколько основных классификаций и их характеристик (см. таблицу):

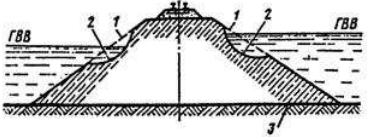
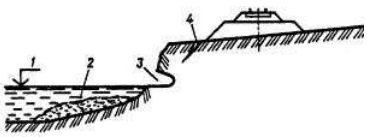
по местности:

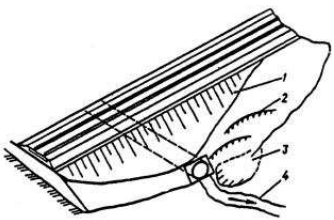
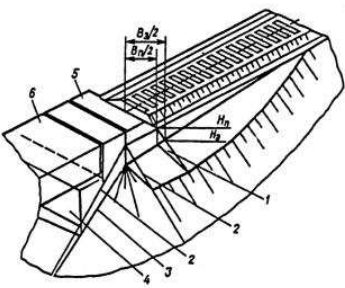
- 1) обводненная местность (близость водного объекта) [19];
- 2) пересеченная местность, мосты (пересечение с водными объектами);
- 3) подтопляемая местность (близость выхода подземных вод и высокие грунтовые воды) [20];
- 4) холмисто-гористая местность (смывы, размывы);

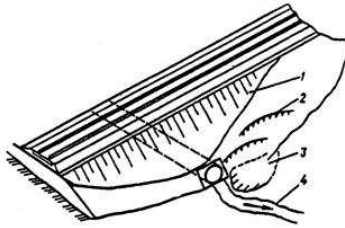
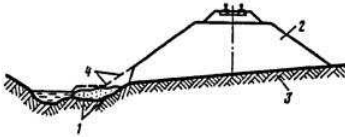
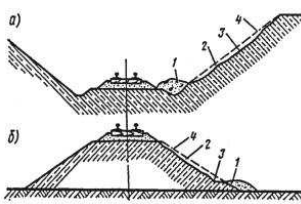
по техногенным параметрам:

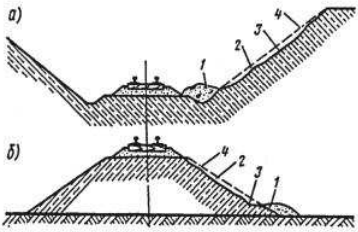
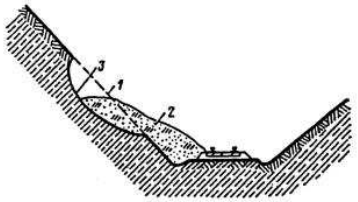
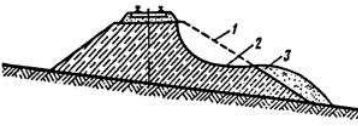
- 5) нарушение отвода поверхностных вод от стен, платформ и площадок [21];
- 6) повреждение в местах прокладки электрических кабелей;
- 7) размывы подтопляемых откосов и заиливание канав, кюветов;
- 8) водоотвод между двумя и более путями, на разных уровнях путей.

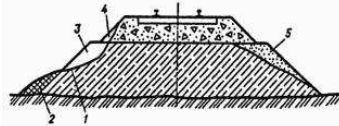
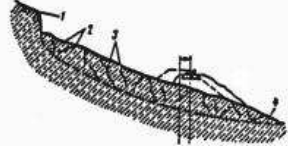
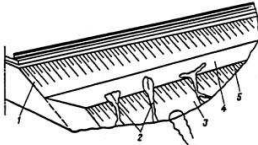
Классификация видов повреждений водоотводящих инженерных систем железнодорожных комплексов

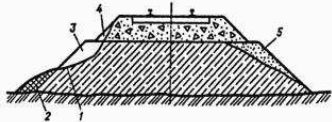
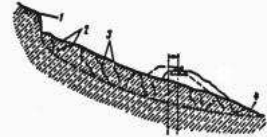
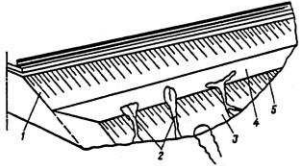
| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|--------------|---|---|---|--|---|--|
| По местности | | | | | | |
| 1 |  <p>1 – построечный откос насыпи; 2 – место размыва; 3 – основание</p> | Обводненная местность (близость водного объекта) | Размывы подтопленных откосов земляного полотна | Недостаточные меры защиты от повреждений земляного полотна водой, резкое изменение режима водотока (снеготаяние) | Неудовлетворительное укрепление поверхности откосов и организация отвода поверхностного стока | Укрепление поверхности откосов и организация отвода поверхностного стока |
| | | | Понижения и заплывания водоотводов | Прекращение стока воды и ее застои в водоотводах | Неудовлетворительная организация отвода поверхностного стока | Организация отвода поверхностного стока |
| |  <p>1 – уровень воды в водоеме; 2 – пляжные отложения; 3 – ниша подмыва берегового склона; 4 – продольная трещина закола</p> | Подмыв берега (моря, озера, водохранилища) | Образование ниш на уровне горизонта воды, ширина естественного пляжа недостаточна | Сооружения недостаточны для защиты от водного объекта | Защита сооружения от водного объекта | |
| | | Подмыв основания земляного полотна водными потоками | Размыв берега образованием подпоров воды, повреждения регуляционных сооружений, водопропускных труб | Неудовлетворительное содержание регуляционных, струенаправляющих сооружений, изменение режима водотока (водоема) | Содержание регуляционных, струенаправляющих сооружений в удовлетворительном состоянии | |

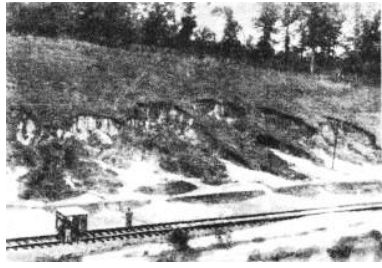
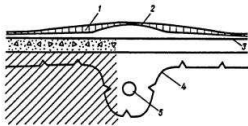
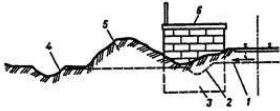
| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|--------------|---|--|---|--|---|--|
| По местности | | | | | | |
| 2 |  <p>1 – балластный шлейф; 2 – трещины на откосе; 3 – сползшие массы грунта, стесняющие русло; 4 – урез воды в водотоке</p> | Пересеченная местность (мостовые переходы с водными объектами, трубопроводами) | Длительное оседание насыпей на подходах к мостам и водопропускным трубам | Ухудшение стока поверхностных вод, загромождение сечений малых мостов и труб, подводящих и отводящих русел | Неудовлетворительная организация отвода поверхностного стока | Организация отвода поверхностного стока |
| | | | Продольные протечки из трубопроводов | Аварийная ситуация на трубопроводе и участки пути | Поступление истекающей жидкости в почву | Регулярный осмотр и ремонт трубопроводов |
| |  <p>1 – балластный шлейф; 2 – построечное очертание откоса насыпи; 3 – эксплуатационное очертание откоса насыпи; 4 – устой моста; 5 – шкафная степса; 6 –пролетное строение</p> | Повреждения земляного полотна при недостаточной длине водопропускной трубы | Отложения балластных материалов над водопропускными трубами; нависание дернин над трещинами; загромождение подводящих и отводящих русел посторонними предметами; застои воды у оснований откосов и их размывы | Неудовлетворительное содержание сооружений, подводящих и отводящих русел | Содержание регуляционных, струенаправляющих сооружений в удовлетворительном состоянии, реконструкция или капитальный ремонт водоспускных труб | |

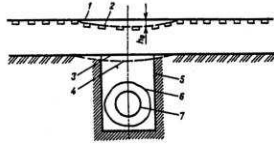
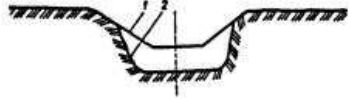

| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|--------------|---|---|--|---|--|---|
| По местности | | | | | | |
| 3 |  <p>1 – балластный шлейф; 2 – трещины на откосе; 3 – сползшие массы грунта, стесняющие русло; 4 – урез воды в водотоке</p> | Подтопляемая местность (близость выхода подземных вод и высокие грунтовые воды) | Оползание рыхлых отложений по контакту со скальными породами | Выходы грунтовых вод в смеси с мелкоземом в понижениях рельефа | Неудовлетворительная организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод | Организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод |
| |  <p>1 – места подмыва; 2 – насыпь; 3 – основание насыпи; 4 – подмытый откос</p> | | Расползание насыпи | Попадание в тело насыпи льда, снега; переувлажнение поверхностными водами по местности тела насыпи, накопление влаги в балластных ложах | Неудовлетворительная организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод | Организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод |
| 4 |  <p>а) б)</p> | Холмисто-гористая местность (смывы, размывы, оползни) | Смывы на откосах | Атмосферные воды стекают с грунтом, разжиженная масса стекает по подстилающему мерзлому грунту | Отсутствие системы отвода поверхностных сточных вод | Организация отвода поверхностного стока |

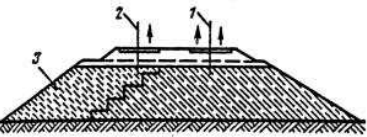
| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|--------------|---|----------------|--------------------------------------|--|---|---|
| По местности | | | | | | |
| |  <p>1 – смытый грунт; 2 – место повреждения; 3 – поврежденный откос; 4 – поверхность откоса до повреждения</p> | | Размывы откосов контрбанкетов и берм | За счет атмосферных вод образуются неровности на берме и откосе; оврагообразные размывы бермы, бровки откоса | Отсутствие системы отвода поверхностных сточных вод | Организация отвода поверхностного стока |
| |  <p>1 – откос выемки до сплыва; 2 – сплывший грунт; 3 – поверхность скольжения</p> | | Сплывы откосов выемок и насыпей | За счет атмосферных вод смещение верхнего слоя грунта толщиной до 1-2 м | Отсутствие системы отвода поверхностных сточных вод | Организация отвода поверхностного стока |
| |  <p>1 – первоначальный (построечный) профиль; 2 – поверхность скольжения; 3 – сползший грунт</p> | | Оползание откосов насыпи | За счет атмосферных вод происходит отслоение откосной части насыпи с захватом основной площадки | Отсутствие системы дренажа и отвода поверхностных сточных вод | Организация системы дренажа и отвода поверхностного стока |

| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|--------------|--|----------------|--|---|--|---|
| По местности | | | | | | |
| |  <p>1 – поверхность смешения; 2 – сместившийся грунт; 3 – нарушенная часть откоса; 4 – поврежденная часть балластной призмы; 5 – балластный шлейф</p> | | Сдвиг (сползание) насыпи или ее нижней части по наклонному основанию | За счет атмосферных вод происходит отслоение части насыпи | Неудовлетворительный отвод поверхностных и грунтовых вод от основания насыпи | Организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод |
| |  <p>1 – брони срыва; 2 – оползневой массив; 3 – трещины на оползне; 4 – поверхность скольжения оползня</p> | | Оползни | Воздействие поверхностных и грунтовых вод, речной или морской абразией | Неудовлетворительный отвод поверхностных и грунтовых вод от верха насыпи | Организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод |
| |  <p>1 – откос усиливаемой насыпи; 2 – промоины на берме и откосе контрбанкета; 3 – откос контрбанкета; 4 – берма контрбанкета; 5 – бровка контрбанкета</p> | | Суффозионное разрушение откосов | Наличие водоносного слоя вблизи поверхности земли, усиление выноса потоком изливающихся грунтовых вод, мелких частиц грунта вследствие изменения режима подземных потоков | Плохо организован сбор и отведение изливающихся на поверхность грунтовых вод (ключей, родников, трещинных вод) | Организация отвода грунтовых вод |

| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|--------------|---|----------------|---|---|--|---|
| По местности | | | | | | |
| |  <p>1 – поверхность смещения; 2 – сместившийся грунт; 3 – нарушенная часть откоса; 4 – поврежденная часть балластной призмы; 5 – балластный шлейф</p> | | Сдвиг (сползание) насыпи или ее низовой части по наклонному основанию | За счет атмосферных вод происходит отслоение части насыпи | Неудовлетворительный отвод поверхностных и грунтовых вод от основания насыпи | Организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод |
| |  <p>1 – брони срыва; 2 – оползневой массив; 3 – трещины на оползне; 4 – поверхность скольжения оползня</p> | | Оползни | Воздействие поверхностных и грунтовых вод, речной или морской абразией | Неудовлетворительный отвод поверхностных и грунтовых вод от верха насыпи | Организация отвода поверхностного стока и грунтовых вод |
| |  <p>1 – откос усиливаемой насыпи; 2 – промоины на берме и откосе контрбанкета; 3 – откос контрбанкета; 4 – берма контрбанкета; 5 – бровка контрбанкета</p> | | Суффозионное разрушение откосов | Наличие водоносного слоя вблизи поверхности земли, усиление выноса потоком изливающихся грунтовых вод, мелких частиц грунта вследствие изменения режима подземных потоков | Плохо организован сбор и отведение изливающихся на поверхность грунтовых вод (ключей, родников, трещинных вод) | Организация отвода грунтовых вод |

| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|---------------------------|---|--|---|--|---|---|
| По местности | | | | | | |
| |  | | Овраго-образование | В периоды снеготаяния и выпадения ливней размывается дно оврага и обрушаются откосы, что сопровождается возникновением подпруженных застоев воды, перерастающих в крупные овраги | Недостаточное укрепление выпусков дренажей, которые ведут к возникновению или дальнейшему росту отвершков (притоков), превращающих одинокие овраги в разветвленные овражные системы | Организация выпуска дренажей, мероприятия по устранению овражной эрозии и отвода поверхностного стока и грунтовых вод |
| По техногенным параметрам | | | | | | |
| 5 |  <p>1 – пучинные подкладки; 2 – уровень головки рельсов зимой; 3 – то же летом; 4 – положение границы промерзания; 5 – холодный газопровод</p> | Нарушение отвода поверхностных вод от стен зданий, платформ и площадок станций | Нарушение отвода поверхностных вод у пассажирских платформ и площадок | Несанкционированный сброс засорителей на путь с платформ | Неудовлетворительное содержание водоотводных сооружений | Содержание водоотводных сооружений в удовлетворительном состоянии |
| |  <p>1 – первоначальное очертание основной площадки; 2 – то же кювета; 3 – подземная часть сооружения; 4 – «бессточная» канава; 5 – наслоения загрязнителей; 6 – платформа</p> | | Нарушение отвода поверхностных вод от стен зданий на территории промышленного предприятия или на станциях | Несанкционированный сброс засорителей на территории промышленного предприятия или на станциях | Неудовлетворительное содержание водоотводных сооружений | Содержание водоотводных сооружений в удовлетворительном состоянии |

| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|---------------------------|--|--|---|--|---|---|
| По техногенным параметрам | | | | | | |
| 6 |  <p>1 – первоначальный уровень головок рельсов; 2 – уровень головок рельсов после оседания пути; 3 – первоначальное положение основной площадки; 4 – то же после уплотнения грунта; 5 – граница разнородных грунтов; 6 – защитный кожух трубопровода; 7 – трубопровод</p> | Повреждение в местах прокладки электрических кабелей | Повреждения приоткосных частей земляного полотна в местах прокладки кабелей | Застои воды в продольных углублениях на обочинах, несвоевременное устранение мелких промоин | Неудовлетворительное содержание водоотводных сооружений | Содержание водоотводных сооружений в удовлетворительном состоянии |
| 7 |  <p>1 – построечный поперечный профиль канавы; 2 – очертание размываемой канавы</p> | Размывы откосов и заиливание канав, кюветов | Размывы открытых водоотводов (канав, кюветов и др.) | Разрушения откосов и дна продольных канав, кюветов, отводных русел от дренажей, в местах соединения (слияния) канав, выпусков воды из канав на поверхность земли с образованием промоин, русел | Чрезмерно большая скорость потока; неправильное расположение перепадов, быстротоков, выходов канав и их поворотов | Содержание водоотводных сооружений в удовлетворительном состоянии |
| |  <p>1 – отложения засорителей; 2 – очертание кювета до заиливания</p> | | Заиливание кюветов и канав | Уменьшение глубины водоотводов с уширением их дна; зарастание канав, малые скорости течения воды из-за недостаточных продольных уклонов | | |

| № п/п | Классификация | Характеристика | Описание | Признаки | Причины | Устранение причин |
|---------------------------|--|---|---|---|------------------------------------|---|
| По техногенным параметрам | | | | | | |
| 8 |  <p>1 – земляное полотно первого пути; 2 – земляное полотно второго пути; 3 – балластный шлейф; 4 – водоотвод в пазухе между существующим и новым земляным полотном</p> | Водоотвод между двумя и более путями; на разных уровнях путей | Переувлажнение грунта в откосах старой и вновь построенной насыпей вследствие неорганизованного водоотвода из уширенного междупутья | Застои воды в междупутных заглубленных пазухах; невыдержанные продольные уклоны и глубины водоотводов, удаляющих воду из широких междупутий | Запущенность имеющихся водоотводов | Содержание водоотводных сооружений в удовлетворительном состоянии, капитальный ремонт водоотводов |
| |  <p>1 – ось первого пути; 2 – ось второго пути; 3 – присыпаемая под второй путь часть насыпи</p> | | Деформации насыпи второго пути в результате увлажнения грунта из балластного шлейфа, защемленного при строительстве второго пути | Просачивание воды на откосе | | |

Вывод. Предложенная система дифференцирования железнодорожных природно-техногенных комплексов на структурные элементы позволяет разработать направленную схему определения и устранения причин влияния поверхностных сточных вод, их сбор, отвод и последующую очистку, согласно Водному кодексу Российской Федерации, статья 44 [22].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стрелков А.К., Гриднева М.А., Кондрина Е.Е. Влияние урбанизации города на системы водоотведения и очистки поверхностного стока (на примере г. Самары) // Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 76–83. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.16.
2. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Влияние хозяйственной деятельности на качественный состав поверхностных водотоков // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 8. С. 21–25.
3. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Саргсян А.М. Современное состояние вопроса сбора и очистки поверхностного стока с железной дороги // Научное обозрение. 2014. № 4. С. 123–129.
4. Бондаренко А.А., Теплых С.Ю., Шувалова О.М. Загрязнение поверхностного стока на участках пути // Путь и путевое хозяйство. 2006. № 4. С. 32.
5. Горшкалев П.А., Теплых С.Ю. Сток с железнодорожных путей. Комплексная система определения качественных и количественных показателей // LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, 2011.
6. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Саргсян А.М. Оценка экологического состояния технической полосы отвода // Путь и путевое хозяйство. 2014. № 3. С. 31–34.
7. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Саргсян А.М. Способ отбора проб для исследования загрязненного участка железнодорожного пути // Патент на изобретение RU 2534807 19.06.2013.
8. Теплых С.Ю., Саргсян А.М. Загрязнение водных объектов поверхностными стоками с прилегающих путей железнодорожных станций // Водоочистка. 2012. № 2. С. 31–32.
9. Корся В.Б., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Методы отбора проб загрязненного балласта // Путь и путевое хозяйство. 2007. № 5. С. 10–12.
10. Корся В.Б., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Расход ливневых сточных вод с железнодорожного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2007. № 7. С. 18–20.
11. Корся В.Б., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Экологическая реабилитация объекта // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 3. С. 26.
12. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Саргсян А.М. Экологические аспекты воздействия поверхностных сточных вод с железнодорожных станций // Градостроительство и архитектура. 2013. № S4 (13). С. 83–88. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.S4.23.
13. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Методика определения категории загрязненности

железнодорожных путей // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы 66-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2009. С. 109–111.

14. Горшкалев П.А. Комплексная система определения качественных и количественных показателей поверхностного стока с железнодорожных путей // Водоочистка. 2012. № 1. С. 52–62.

15. Горшкалев П.А. Определение коэффициента стока и вывод формулы расхода ливневых вод // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 1 (11). С. 211–213.

16. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Изучение качественных характеристик поверхностного стока с железнодорожных путей // Градостроительство и архитектура. 2013. № 1 (9). С. 61–68. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.10.

17. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Коренькова С.Ф., Саргсян А.М. Определение концентраций загрязнений в поверхностном стоке с железнодорожных путей косвенным методом // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 8. С. 67–70.

18. Теплых С.Ю., Саргсян А.М. Влияние поверхностного стока с путей на водные объекты // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 5. С. 27–29.

19. Бальзанников М.И., Кругликов В.В., Михасек А.А. Обеспечение защиты городских территорий от затопления паводковыми водами // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 11. С. 61–64.

20. Стрелков А., Теплых С., Горшкалев П., Саргсян А. Плюсы от совокупности факторов. Отведение и очистка поверхностного стока с повышенных путей железнодорожных станций // Вода Magazine. 2015. № 1 (89). С. 32–34.

21. Стрелков А.К., Шувалов М.В., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Мурадян Ю.В. О необходимости модернизации существующих очистных сооружений Самарской области и получения разрешительных документов на сброс сточных вод в условиях действующего законодательства // Градостроительство и архитектура. 2013. № S4 (13). С. 89–92. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.S4.24.

22. Шувалов М.В., Стрелков А.К., Тараканов Д.И., Шувалов Р.М. Разработка программы мероприятий по развитию систем канализации в Самарской области // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 3–1. С. 13–17.

REFERENCES

1. Strelkov A.K., Gridneva M.A., Kondrina E.E. The influence of urbanization of the city on the systems of drainage and purification of surface runoff (using the example of Samara). *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2011, vol. 1, no. 1, pp. 76–83. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.16.

2. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A. Influence of economic activity on the quality composition of surface watercourses. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* [Water supply and sanitary equipment], 2014, no. 8, pp. 21–25. (in Russian)
3. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A., Sargsyan A.M. The current state of the issue of collecting and cleaning surface runoff from the railway. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific review], 2014, no. 4, pp. 123–129. (in Russian)
4. Bondarenko A.A., Teplykh S.Yu., Shuvalova O.M. Pollution of surface runoff in sections of the track. *Put' i putevoe hozhajstvo* [Path and track economy], 2006, no. 4, pp.32. (in Russian)
5. Gorshkalev P.A., Teplykh S.Yu. Stock from the railway tracks. Integrated system of qualitative and quantitative indicators. LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrucken, 2011. (in Russian)
6. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A., Sargsyan A.M. Environmental assessment of the technical diversion strip. *Put' i putevoe hozhajstvo* [Path and track economy], 2014, no. 3, pp. 31–34. (in Russian)
7. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A., Sargsyan A.M. Method of sampling for investigation of contaminated section of railway track. *Patent na izobretenie RUS 2534807 19.06.2013* [Patent for the invention of RUS 2534807 19.06.2013].
8. Teplykh S.Yu., Sargsyan A.M. Pollution of water bodies by surface runoff from adjacent railway station tracks. *Vodoochistka* [Water treatment], 2012, no. 2, pp. 31–32. (in Russian)
9. Korsya V.B., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A. Methods of sampling contaminated ballast. *Put' i putevoe hozhajstvo* [Path and track economy], 2007, no. 5, pp. 10–12. (in Russian)
10. Korsya V.B., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A. Stormwater flow from the railway bed. *Put' i putevoe hozhajstvo* [Path and track economy], 2007, no. 7, pp. 18–20. (in Russian)
11. Korsya V.B., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A. Ecological rehabilitation of the facility. *Put' i putevoe hozhajstvo* [Path and track economy], 2009, no. 3, pp.26. (in Russian)
12. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A., Sargsyan A.M. Environmental aspects of the impact of surface wastewater from railway stations. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2013, no. S4, pp. 83–88. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2013.S4.23.
13. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A. Methodology for determining the category of pollution of railway tracks. *Aktual'nye problemy v stroitel'stve i arhitekture. Obrazovanie. Nauka. Praktika: materialy 66-j Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Current problems in construction and architecture. Education. Science. Practice: materials of the 66th All-Russian Scientific and Technical Conference]. Samara, 2009, pp. 109–111. (In Russian).
14. Gorshkalev P.A. Comprehensive system for determining qualitative and quantitative indicators of surface runoff from railway tracks. *Vodoochistka* [Water treatment], 2012, no. 1, pp. 52–62. (in Russian)
15. Gorshkalev P.A. Determination of runoff coefficient and conclusion of stormwater consumption formula. *Izvestija Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [News of Kazan State University of Architecture and Construction], 2009, no. 1, pp. 211–213. (in Russian)
16. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A. Study of quality characteristics of surface runoff from railway tracks. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2013, no. 1, pp. 61–68. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.10.
17. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A., Korenkova S.F., Sargsyan A.M. Determination of contamination concentrations in surface runoff from railway tracks by indirect method. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* [Water supply and sanitary equipment], 2013, no. 8, pp. 67–70. (in Russian)
18. Teplykh S.Yu., Sargsyan A.M. Influence of surface runoff from routes on water bodies. *Put' i putevoe hozhajstvo* [Path and track economy], 2012, no. 5, pp. 27–29. (in Russian)
19. Balzannikov M.I., Kruglikov V.V., Mikhasek A.A. Ensuring the protection of urban areas from flooding with flood waters. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil engineering], 2013, no. 11, pp. 61–64. (in Russian)
20. Strelkov A., Teplykh S., Gorshkalev P., Sargsyan A. Pluses from a combination of factors. Removal and treatment of surface runoff from elevated railway station tracks. *Zhurnal voda* [Water Magazine], 2015. no. 1, pp. 32–34. (in Russian)
21. Strelkov A.K., Shuvalov M.V., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A., Muradyan Yu.V. On the need to modernize the existing treatment facilities of the Samara region and obtain permits for wastewater discharge under the current legislation. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2013, no. S4, pp. 89–92. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2013.S4.24.
22. Shuvalov M.V., Strelkov A.K., Tarakanov D.I., Shuvalov R.M. Development of a program of measures for the development of sewage systems in the Samara region. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* [Water supply and sanitary equipment], 2008, no. 1–3, pp. 13–17. (in Russian)

Об авторах:

ТЕПЛЫХ Светлана Юрьевна

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: kafvv@mail.ru

TEPLYKH Svetlana Yu.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: kafvv@mail.ru

БУХМАН Николай Сергеевич

доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел. (846)2423579 E-mail: physics@samgtu.ru

BUKHMANN Nikolai S.

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of Physics Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 tel. (846)2423579 E-mail: physics@samgtu.ru

Для цитирования: Теплых С.Ю., Бухман Н.С. Виды водоотводящих инженерных систем железнодорожных комплексов // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 22–35. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.3.
For citation: Teplykh S.Yu., Bukhman N.S. Types of Water Discharge Engineering Systems of Railway Complexes. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 22–35. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.3.

**НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ**

Направления
деятельности



Лабораторно-аналитическое обеспечение обращения с отходами и экологический мониторинг компонентов окружающей среды, разработка комплексных программ и концепций в области экологической безопасности, разработка и внедрение технологий по переработке и использованию промышленных отходов, очистке сточных вод, восстановлению техногенно-нарушенных земель, разработка проектно-сметной документации и авторский надзор за новым строительством, реконструкцией и демонтажом существующих объектов промышленного назначения, разработка природоохранной документации

Руководитель



Дмитрий Евгеньевич БЫКОВ
доктор технических наук, профессор

Контакты



443100, Самара, ул. Первомайская, 1
(846) 337-15-97, 337-21-20
ncpe@mail.ru



Н. А. ИЛЬИН
С. С. МОРДОВСКИЙ

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НАГРУЖЕНИЕМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СТЕНОВОГО КОЛЬЦА

FEATURES OF CALCULATION AND DESIGN OF THE INSTALLATION
FOR TESTING THE LOAD OF REINFORCED CONCRETE WALL RING

Представлено конструктивное решение установки для испытания нагружением железобетонного стенового кольца смотрового колодца, которое относится к области строительства, в частности к конструированию испытательной техники по установлению прочности материалов и конструкций. Предложены формулы, по которым можно определить прочность стенового кольца (максимальное усилие грузового домкрата на силовую раму испытательной установки), диаметр тяжа, ширину деревянного бруска, подобрать сечение составной балки. Рассмотрено несколько примеров расчёта. Приведенная конструкция испытательной установки способствует снижению материалоемкости и упрощению конструирования по сравнению с известными аналогами.

Ключевые слова: железобетонное стеновое кольцо, испытание нагружением, испытательная установка, элементы силовой рамы, расчет и конструирование, усовершенствование проектирования, упрощение конструкции

Испытательные стенды относятся к основным видам оборудования при статическом нагружении железобетонных конструкций [1–3]. Выявление экономической эффективности усовершенствований проектных и конструкторских решений испытательной установки для оценки прочности железобетонных стеновых колец (не допускающая чрезмерного запаса прочности) является актуальной темой научно-исследовательской работы.

The article presents a constructive solution for the installation for testing the loading of a reinforced concrete wall ring of an inspection well, which belongs to the field of construction, in particular, to the design of testing equipment to establish the strength of materials and structures. Formulas are proposed by which it is possible to determine the strength of the wall ring (the maximum force of the load jack on the power frame of the test installation), the diameter of the tie, the width of the wooden block, and select the cross-section of the composite beam. Several calculation examples are considered. The given design of the test setup helps to reduce the consumption of materials and simplify the design in comparison with the known analogs.

Keywords: reinforced concrete wall ring, loading test, test rig, load frame elements, calculation and design, design improvement, design simplification

Цель данной работы заключается в разработке конструктивного решения установки для испытания нагружением железобетонного стенового кольца смотрового колодца.

Основным в предлагаемом конструктивном решении является изготовление компактной, легкой, автономной установки для статического испытания нагружением стенового кольца смотрового колодца, снижение материалоемкости элементов установки. При этом отсутствует необходимость применения силового пола, изго-

товление элементов силовой рамы установки упрощено, как и система передачи нагрузки на испытуемый образец, а статическая схема испытуемого образца приближена к действительной работе стенового кольца. Материалоемкость стальных элементов силовой рамы установки снижена относительно аналогов [1].

Испытанию статическим нагружением подвергают стеновое кольцо заданных геометрических размеров. Стеновые железобетонные кольца имеют широкое применение в различных сферах человеческого существования ввиду своей простоты и универсальности. Модернизации подвергается как конструкция самого кольца, так и установка для его изготовления [4–8].

Конструкция испытательной установки вместе со стеновым кольцом представлена на рис. 1. Компактный сборно-разборный стенд обеспечивает возможность проведения испытания нагружением как в горизонтальном, так и вертикальном положении испытуемого стенового кольца.

Установка для испытания включает в себя: стеновое кольцо, деревянные бруски, резиновые прокладки, упорную распределительную траверсу, две опорные распределительные траверсы, грузовой гидравлический домкрат, упорную и опорную составные балки силовой рамы, ребра жесткости составных стальных балок, металлические тяжи с нарезкой резьбы на концах,

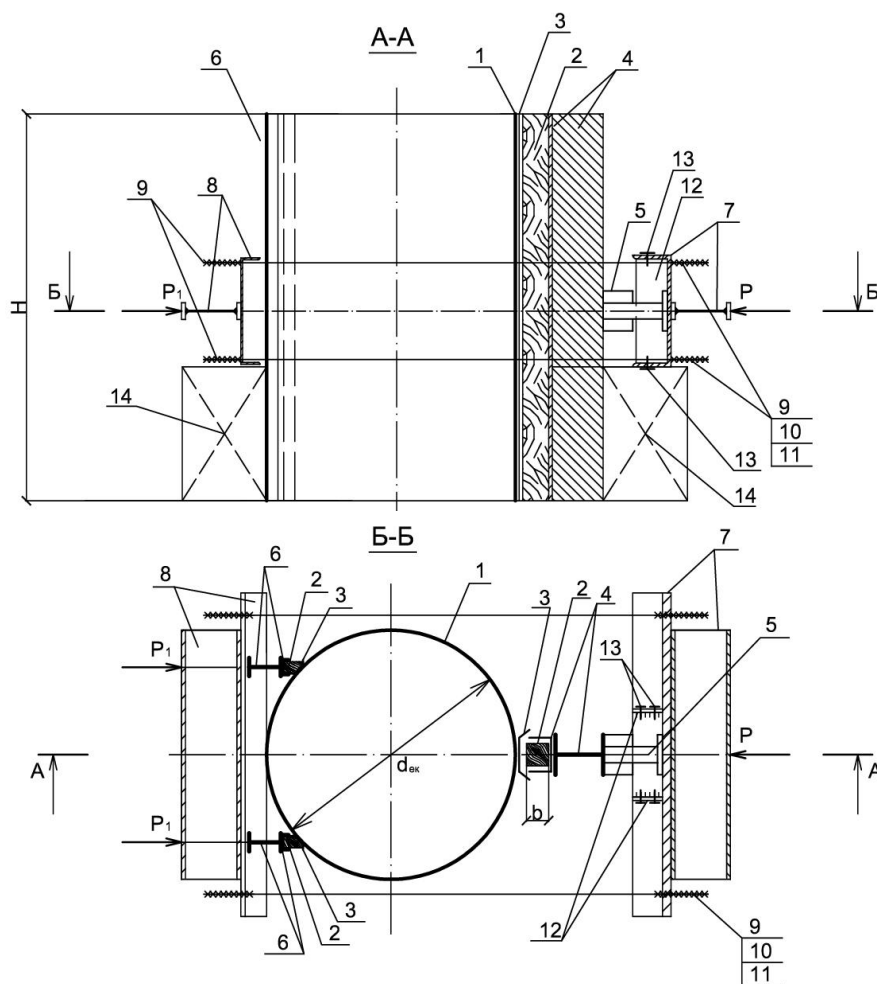


Рис. 1. Установка для испытания нагружением цилиндрического стенового кольца:

1 – стеновое кольцо; 2 – деревянные бруски; 3 – резиновые прокладки; 4 – стальной составной брус упорной траверсы; 5 – грузовой гидродомкрат с манометром; 6 – стальной составной брус опорной траверсы; 7 и 8 – упорная и опорная составная стальная балка силовой рамы; 9 – металлические тяжи, оборудованные гайками и шайбами; 10 и 11 – натяжная и упорная гайки; 12 – ребра жесткости – ограничители размещения гидродомкрата и траверсы; 13 – установочные винты; 14 – опорные столики

натяжные и упорные гайки, пружинные шайбы, установочные винты и опорные столики.

Стеновое кольцо устанавливают (ГОСТ 8020-2016. Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев канализационных сетей (п. 7. Методы испытания и контроля. Приложение В) в рабочее положение (вертикально или горизонтально). Определяют геометрические характеристики элементов силовой рамы и упорной распределительной траверсы (рис. 2) по результатам расчета на прочность сечений элементов силовой рамы и упорной траверсы (СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Поправкой, с Изменением № 1).

Испытательную нагрузку принимают в виде сосредоточенной силы и прикладывают ее по середине длины упорной распределительной траверсы с упругим опиранием на бетонную поверхность стенового кольца (рис. 4). Величину испытательной нагрузки принимают равной контрольной разрушающей нагрузке по прочности и/или контрольной нагрузке по ширине раскрытия трещин.

Максимальное усилие грузового домкрата на силовую раму испытательной установки N_{max} , кН, определяют по уравнению

$$N_{max} = 0,475 \times \delta_{cr}^{0,125} \times (R_b \times A_{bc} + R_{sc} \times A_{s,tot}), \quad (1)$$

где δ_{cr} – толщина стенового кольца, мм; R_b, R_{sc} – расчетное сопротивление бетона и арматуры на сжатие (СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменением № 1), МПа; $A_{s,tot}$ – площадь сечения всей рабочей арматуры, мм².

Рабочую площадь сечения сжатого бетона, мм, вычисляют по формуле

$$A_{bc} = 2 \times \delta_{cr} \times H_{cr}, \quad (2)$$

где δ_{cr} и H_{cr} – толщина и высота стенового кольца, мм.

Условия опирания распределительной траверсы принимают в виде жесткой составной стальной упругой опоры с деревянным брусом, закрепленным в пазу швеллера основания траверсы (рис. 3).

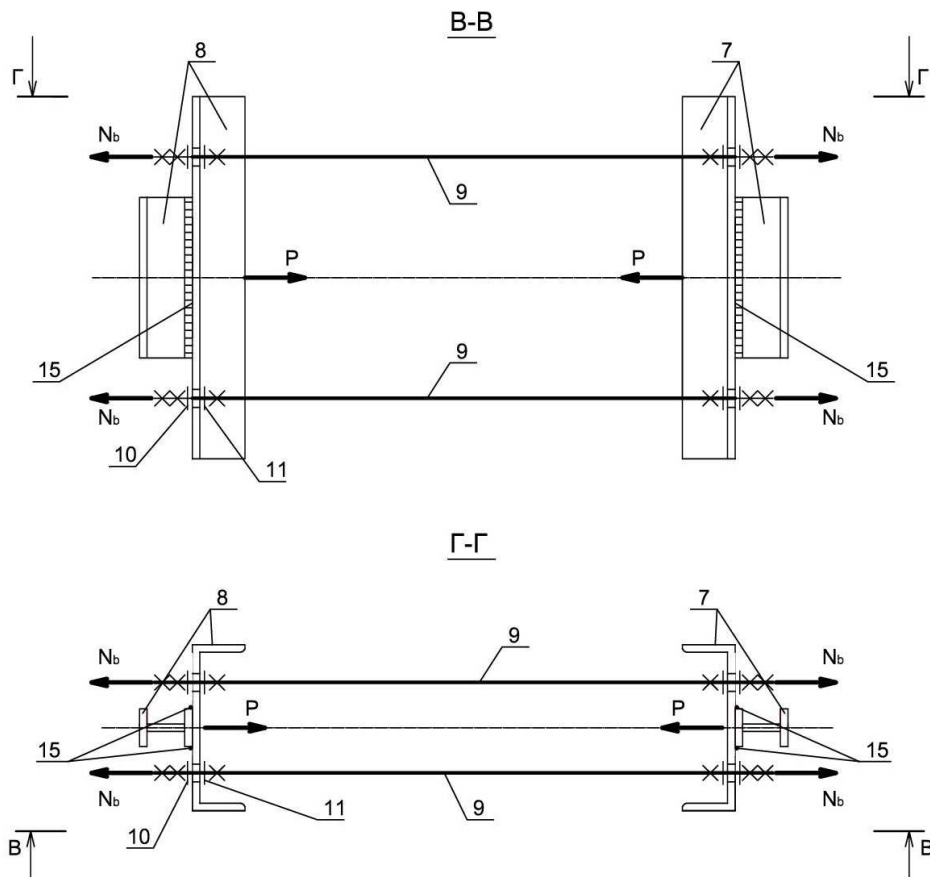


Рис. 2. Схема силовой рамы испытательной установки:
7 и 8 – упорная и опорная составная балка силовой рамы; 9 – металлические тяжи; 10 и 11 – натяжные и упорные гайки; 15 – сварные швы; P – усилие сжатия на упорную траверсу; N_b – усилие растяжения в тяже

Элемент силовой рамы – упорная и опорная составная стальная балка – представляет собой основание в виде тонкостенного швеллера с ребрами жесткости и усилительного элемента в виде отрезка двутавра, соединенного с основанием на сварке (см. рис. 2).

Геометрические характеристики элементов упорной и опорной составной стальной балки, воспринимающей испытательную нагрузку от грузового домкрата после ее компоновки и подбора составного сечения, определяют расчетом на прочность и устойчивость.

Распределительная траверса содержит усилительный элемент в виде двутавра и сочлененное с ним основание в виде облученного швеллера, с укрепленным в его пазу деревянным бруском с резиновой прокладкой (см. рис. 3).

Геометрические характеристики усилительного элемента траверсы, воспринимающего испытательную нагрузку от грузового домкрата, определяют по результатам расчета на срез и изгиб усилительного элемента как бесконечной двухсторонней балки на упругом основании с сосредоточением нагрузки в середине длины.

Диаметр металлического троса $d_{\text{трос}}$, мм, силовой установки определяют расчетом на осевое растяжение по уравнению

$$d_{\text{трос}} = 2 \times [(N_b/\pi)/R_{bt} \times (\gamma_c/\gamma_m)]^{0,5}, \quad (3)$$

где N_b – продольная сила, воспринимаемая тросом, кН; R_{bt} – сопротивление болтовой стали растяжению, МПа; γ_c и γ_m – коэффициенты условия работы и надежности по материалу; $\pi = 3,142$ – постоянная величина.

Металлические тросы силовой рамы, принятые диаметром, который определяют по результатам расчета на растяжение элемента, выполняют из круглой болтовой стали.

Ширину деревянного бруска $b_{\text{дб}}$, мм, распределительной траверсы вычисляют по формуле

$$b_{\text{дб}} = N_{\text{max}}/L_{\text{дб}} \times R_{b,\text{loc}} \quad (4)$$

где N_{max} – максимальное усилие от силового домкрата, кН; $L_{\text{дб}}$ – длина деревянного бруска, мм; $R_{b,\text{loc}}$ – сопротивление бетона стенового кольца сжатию, МПа ($R_{b,\text{loc}} \geq 2,5 \times R_b$, где R_b – сопротивление бетона на сжатие).

В качестве измерителей деформации бетона и арматуры могут приниматься тензодатчики, которые устанавливают в основном сечении стенового кольца.

Измерение показаний давления в грузовом домкрате осуществляют техническим манометром класса точности $\pm 2,5\%$.

Для проверки прочности упорной составной балки при изгибе требуемый момент сопротивления составной стальной балки $W_{\text{тр}}$, см³, силовой рамы вычисляют по уравнению

$$W_{\text{тр}} = (P_i \times l_0/2) / R_y \times \gamma_c \quad (5)$$

где P_i – усилие от смежной пары металлических тросов, кН; l_0 – расстояние между спаренными тросами в плане, мм; R_y – расчетное сопротивление прокатной стали, Н/мм²; γ_c – коэффициент условий работы стали.

Линейную характеристику жесткости распределительной траверсы $S_{\text{ж}}$, м, вычисляют по формуле

$$S_{\text{ж}} = (4 \times E_b \times J_{sy} / b_n \times k_b)^{1/4}, \quad (6)$$

где E_b – модуль деформации бетона стенового кольца, МПа; J_{sy} – момент инерции стального бруска траверсы, см⁴; b_n – ширина деревянного бруска траверсы, см; k_b – коэффициент постели для бетона стенового кольца.

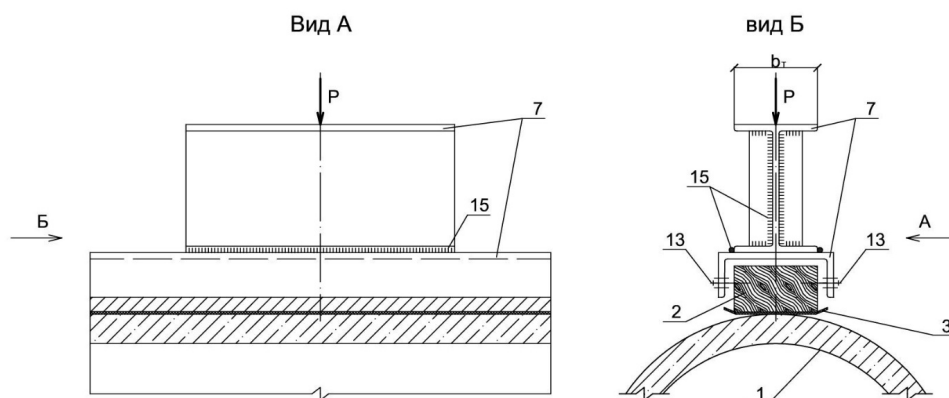


Рис. 3. К расчету стальных элементов металло-деревянной траверсы: 1 – стеновое кольцо; 2 – деревянный брусок; 3 – резиновая прокладка; 7 – упорная составная стальная балка силовой рамы; 13 – установочные винты; 15 – сварные швы; P – нагрузка от грузового домкрата, кН

Расчетный изгибающий момент M_0 , кН·м, в нулевой точке распределительной траверсы определяют по уравнению

$$M_0 = S_{ж} \times \pi/4, \quad (7)$$

где $S_{ж}$ – линейная характеристика жесткости траверсы, кН·м; $\pi = 3,142$ – постоянная величина.

Величину поперечной силы в нулевой точке траверсы Q_0 , кН, вычисляют по формуле

$$Q_0 = P/2, \quad (8)$$

где P – давление от грузового домкрата на траверсу, кН.

Приведём примеры расчётов по изложенным выше формулам.

Пример 1. Дано: упорная балка силовой рамы выполнена составной; основание в виде отрезка швеллера № 40 ($h_{ш} = 400$, $b_{ш} = 115$, $\delta = 13,5$ мм, $W_{ш\gamma} = 73,4$ см³) принято из условий размещения в его пазу силового домкрата (ширина домкрата 400 мм) грузоподъемностью 1000 кН (100 тс); усилительный элемент – в виде отрезка двутавра; концы оснований составной балки оборудованы отверстиями для пропуска двух пар металлических тяжей; расстояние между парами тяжей в плане принимают не менее величины наружного диаметра испытуемого стенового кольца $I_0 \geq d_{ex} = 2000$ мм (2 м); усилие от грузового домкрата в каждой паре металлических тяжей равно $N_{2b} = P/2 = 1000/2 = 500$ кН, для изготовления составной балки силовой рамы принимают сталь С235 с расчетным сопротивлением проката $R_y = 230$ Н/мм²; коэффициент условий работы $\gamma_c = 1,1$.

Требуется подобрать сечение элементов составной стальной балки силовой рамы и проверить ее прочность.

Расчет: 1) Требуемый момент сопротивления составной стальной балки вычисляют по уравнению (5):

$$W_{тр} = (N_{2b} \times l_0/2)/(R_y \times \gamma_c) = (500/2)/(230 \times 1,1) = 1976 \text{ см}^3.$$

2) Требуемый момент сопротивления для усилительного элемента составной балки составляет:

$$W_{yc} = W_{тр} - W_{ш\gamma} = 1976 - 73,4 = 1903 \text{ см}^3.$$

3) По сортаменту подбирают усилительный элемент в виде короткого отрезка двутавра № 55; $W_{yc} = 2035$ см³; $h_t = 550$ мм; $b_t = 180$ мм.

Пример 2. Дано: стеновые железобетонные кольца высотой $H_{ст} = 890$ мм, толщина $\delta_{ст} = 80$ мм, бетон класса В15, $R_b = 8,5$ МПа; арматура класса А240, $R_{sc} = 215$ МПа; площадь сечения $4\text{Ø}4$ мм ($A_s = A'_s = 50,2$ мм²); схема расчета короткого центрально сжатого железобетонного элемента прямоугольного сечения с симметричной арматурой.

Требуется определить максимальное усилие грузового домкрата на силовую раму испытательной установки N_{max} , кН.

Расчет: 1) Площадь сечения всей рабочей арматуры вычисляют по условию

$$A_{s,tot} = A_s + A'_s = 2 \times 50,2 = 100,4 \text{ мм}^2.$$

2) Площадь сечения сжатого бетона A_{bc} , мм², вычисляют по условию (2):

$$A_{bc} = 2 \times (\delta_{ст} \times H_{ст}) = 2 \times (80 \times 890) = 142,4 \times 10^3 \text{ мм}^2.$$

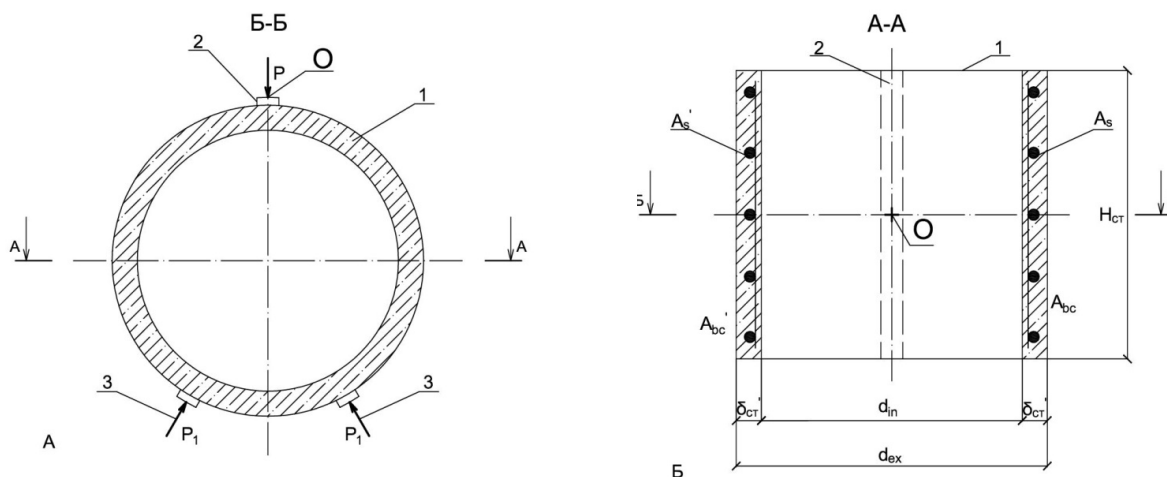


Рис. 4. Схема испытания стенового кольца (А); схема к расчету прочности центрально-сжатого железобетонного элемента прямоугольного сечения А-А с симметричной арматурой $A_s = A'_s$ (Б): 1 – стеновое кольцо; 2 – упорная траверса; 3 – реакция опоры; 2 – упорная траверса; $\delta_{ст}$ и $H_{ст}$ – толщина и высота стенового кольца; b и h – ширина и высота прямоугольного сечения; d_{in} и d_{ex} – внутренний и наружный диаметр стенового кольца; A_s и A'_s – площадь арматуры, мм²; A_{bc} и A'_{bc} – рабочая площадь сжатого бетона, мм²; P – контрольная разрушающая нагрузка по прочности, кН; O – точка приложения нагрузки на траверсу

3) Максимальное усилие гидродомкрата N_{\max} , кН, вычисляют по уравнению (1):

$$\begin{aligned} N_{\max} &= N_{cc} = 0,475 \times \delta_{ct}^{0,125} \times (R_b \times A_{bc} + R_s \times A_{s,tot}) = \\ &= 0,475 \times 80^{0,125} \times (8,5 \times 142,4 \times 10^3 + 215 \times 100,4) = \\ &= 0,82 \times (1210,4 \times 10^3 + 21,586 \times 10^3) = 1010 \times 10^3 \text{ Н} = \\ &= 1010 \text{ кН} = 100 \text{ тс}. \end{aligned}$$

Пример 3. Дано: на металлический тяз действует продольная сила $N_b = 250$ кН; сталь класса 4,8; расчетное сопротивление растяжению $R_{bt} = 160$ МПа; коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$; коэффициент надежности по материалу $\gamma_m = 1,05$. Требуется определить диаметр круглого металлического тяза ($d_{\text{тяж}}$, мм).

Расчет: требуемый диаметр тяза вычисляют по уравнению (3):

$$\begin{aligned} d_{\text{тяж}} &= 2 \times [(N_b / \pi) / R_{bt} \times (\gamma_c / \gamma_m)]^{0,5} = \\ &= 2 \times [(250 / 3,142) / 160 \times (0,9 / 1,05)]^{0,5} = \\ &= 2 \times (79,57 / 137,14)^{0,5} = 1,52 \text{ см} = 15,2 \text{ мм} \end{aligned}$$

(принято в проекте $d_{\text{тяж}} = 16$ мм).

Выводы. 1. Предложено конструктивное решение установки для испытания нагруженным железобетонного стенового кольца смотрового колодца.

2. Предложены уравнения для расчета максимального усилия грузового домкрата на силовую раму испытательной установки, выявления диаметра металлических тязей силовой рамы установки и ширины деревянного бруска распределительной траверсы, определения величины изгибающего момента в нулевой точке распределительной траверсы и выявления линейной характеристики жесткости распределительной траверсы.

3. Дальнейшие исследования по теме научно-исследовательской работы предполагают изготовление испытательной установки и проведение статических испытаний нагружением модели железобетонного стенового кольца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент 2 351 910 Российская Федерация МПК G01N 3/10. Экспериментальная установка для испытания балочных конструкций / Колчунов В.И., Скобелева Е.А., заяв. ОрелГТУ: 13.11.07, опубликовано 10.04.09. Бюл. № 10.

2. Панфилов Д.А., Ильин Н.А., Мордовский С.С., Бузовская Я.А. Экспериментальная установка для испытания на изгиб железобетонных балочных элементов // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 12–16. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.2.

3. Ильин Н.А., Мордовский С.С., Мальгина В.А., Киреева Н.А. К расчету прочности внецентренно сжа-

того железобетонного элемента прямоугольного сечения // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 1. С. 4–8. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.1.

4. Добромислов А.Н. Примеры расчета конструкций железобетонных инженерных сооружений: справочное пособие. М.: Издательство АСВ, 2010. 272 с.

5. Рыспаев Т.А., Абдиев М.М., Чериков С.Т., Кожшов Т.Т. Разработка усовершенствованной конструкции устройства для изготовления канализационных железобетонных колец для колодцев // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2013. № 29. С. 12–16.

6. Чериков С.Т. Опыт работы на ОЭМ заводе «Монолит» по изготовлению канализационных железобетонных колец для колодцев с использованием отходов сахарного завода, содержащие CaCO_3 // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. 2014. № 1. С. 159–163.

7. Пескова Ю.Ю., Белозор М.Ю. Подбор состава тяжелого бетона с использованием местных материалов для производства железобетонных колец на установке «ATLAS» // Вестник Череповецкого государственного университета. 2013. № 2–1 (47). С. 16–19.

8. Цепляев М.Н., Муцанов В.Ф. Обеспечение устойчивости стенок резервуаров на основе рационального расположения колец жёсткости // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 9 (72). С. 61–73.

REFERENCES

1. Kolchunov V.I., Skobeleva E.A. *Ekspierimental'naya ustanovka dlya ispytaniya balochnyh konstrukciya* [Experimental setup for testing girder structures]. Patent RF, no.2 351 910 MPK G01N 3/10, 2009.

2. Panfilov D.A., Iliyina N.A., Mordovsky S.S., Buzovskaya Ya.A. Experimental Test Installation of Bending Reinforced Concrete Beam Elements. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, Vol. 19, no. 3, pp. 12–16. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.2.

3. Ilyin N.A., Mordovsky S.S., Malgina V.A., Kireeva N.A. Calculating the strength of an eccentrically compressed reinforced concrete element of rectangular section. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 1, pp. 4–8. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.1.

4. Dobromyslov A.N. *Primery rascheta konstrukcij zhelezobetonnih inzhenernyh sooruzhenij* [Examples of structural analysis of reinforced concrete engineering structures]. Moscow, Publishing house of the Association of Construction Universities, 2010. 272 p.

5. Ryspaev T.A., Abdiev M.M., Cherikov S.T., Kojshov T. T. Development of an improved design of the device for the manufacture of reinforced concrete sewer rings for wells. *Izvestiya kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova* [Izvestiya kyr-

gyz state technical university named after I. Razzakova], 2013, no. 29, pp.12-16. (in Russian)

6. Cherkov S.T. Work experience at the OEM plant "Monolit" for the manufacture of sewer reinforced concrete rings for wells using waste from a sugar plant containing CaCO₃. *Vestnik kyrgyzskogo gosudarstvennogo universiteta stroitel'stva, transporta i arhitektury im. N. Isanova* [Bulletin of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanova], 2014, no. 1, pp.159-163. (in Russian)

7. Peskova YU.YU., Belozor M.YU. Selection of the composition of heavy concrete using local materials for production of reinforced concrete rings at the installation "ATLAS". *Vestnik cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of cherepovets state university], 2013, no 2-1 (47), pp.16-19. (in Russian)

8. Tsepliaev M.N., Mushchanov V.F. Ensuring the stability of the walls of the tanks based on the rational arrangement of the stiffening rings, *Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij* [Construction of unique buildings and structures], 2018, no 9 (72), pp.61-73. (in Russian)

Об авторах:

ИЛЬИН Николай Алексеевич

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 тел. (846)339-14-71

МОРДОВСКИЙ Сергей Сергеевич

кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел. (846)339-56-35 E-mail: qaer1@yandex.ru

Ilyin Nikolay A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Waste Water Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244, tel. (846) 339-14-71

MORDOVSKY Sergey S.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244, tel. (846)339-56-35 E-mail: qaer1@yandex.ru

Для цитирования: Ильин Н.А., Мордовский С.С. Особенности расчета и конструирования установки для испытания нагружением железобетонного стенового кольца // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 36–42. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.4.

For citation: Ilyin N.A., Mordovsky S.S. Features of Calculation and Design of the Installation for Testing the Load of Reinforced Concrete Wall Ring. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 36–42. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.4.

Н. А. ИЛЬИН
Д. А. ПАНФИЛОВ
Ю. В. ЖИЛЬЦОВ

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ МОНОЛИТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛОЧНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ ЗДАНИЯ

INNOVATIVE METHOD FOR ASSESSING
THE FIRE RESISTANCE OF A MONOLITHIC REINFORCED
CONCRETE BEAM FLOOR SLAB OF A BUILDING

Сущность предлагаемого инновационного метода заключается в том, что испытание монолитной железобетонной балочной плиты здания проводят без разрушения, по комплексу единичных показателей качества, оценивая их величину с помощью статистического контроля. Для этого определяют геометрические размеры балочной плиты, схему обогрева расчетного сечения в условиях пожара, размещение арматуры в сечении, глубину заложения и степень ее огнезащиты, показатель термодиффузии бетона, величину испытательной нагрузки на монолитную балочную железобетонную плиту и интенсивность напряжения в стержнях продольной рабочей арматуры. Применение предлагаемого метода позволит определить фактическую огнестойкость монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия без натурного огневого воздействия.

Ключевые слова: показатель огнестойкости конструкции, железобетонная балочная плита перекрытия, оценка огнестойкости монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия, технологический эффект

Исследование относится к области пожарной безопасности зданий и может быть использовано для классификации монолитных железобетонных балочных плит перекрытий зданий по показателю сопротивления их воздействию высоких температур при пожаре [1–5]. Это дает возможность обоснованного использования существующих конструкций с фактическим проектным пределом огнестойкости в зданиях, различных по функциональной пожарной опасности [6–10].

Потребность оценки показателей огнестойкости монолитных железобетонных плит перекрытий возникает при усилении его конструкций, реконструкции здания, приведении фактической огнестойкости конструкций здания в соответствие с требованиями соответствующих норм, при проведении экспертизы и восстановлении монолитных железобетонных плит после пожара [11–14].

The essence of the proposed innovative method lies in the fact that the testing of a monolithic reinforced concrete beam slab of a building is carried out without destruction, according to a set of single quality indicators, while evaluating their value using statistical control. To do this, the geometric dimensions of the beam slab, the heating scheme of the design section under fire conditions, the placement of reinforcement in the section, the depth and degree of its fire protection, the rate of thermal diffusion of concrete, the value of the test load on the monolithic beam reinforced concrete slab and the stress intensity in the rods of the longitudinal working reinforcement are determined. Application of the proposed method will determine the actual fire resistance of a monolithic reinforced concrete beam floor slab without full-scale fire exposure.

Keywords: fire resistance index of the structure, reinforced concrete floor beam slab, fire resistance assessment of monolithic reinforced concrete floor beam slab

Особенностью предлагаемого авторами метода является то, что в качестве железобетонной балочной конструкции здания принимается монолитная железобетонная балочная плита перекрытия (рис. 1, 2), для которой определяется интенсивность силовых напряжений в растянутой арматуре в расчетном сечении и показатель неразрезности монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия (рис. 3–5). При этом фактический предел огнестойкости монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия по признаку потери несущей способности $F_{U(R)}$ мин, определяют используя аналитическое уравнение

$$F_{U(R)} = \frac{(2,15 \cdot |\ln J_{cs}|)^{6,6/n} \cdot e^c \cdot k_m}{(425/t_{cr})^{6,6}}, \quad (1)$$

где J_{os} – интенсивность напряжения продольной рабочей арматуры в расчетном сечении монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия; n – эмпирический показатель класса продольной рабочей арматуры; t_{cr} – критическая температура рабочей арматуры; C – степень огнезащиты продольной рабочей арматуры; e – натуральное число; k_m – показатель неразрезности монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия.

Предел огнестойкости монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия по признаку потери теплоизолирующей способности $F_{U(п)}$ мин, вычисляются по степенной функции

$$F_{U(п)} = 4,6 \cdot (h_{min} / D_{om})^2, \quad (2)$$

где h_{min} – минимальная толщина полки монолитной железобетонной плиты перекрытия, мм; D_{om} – показатель термодиффузии бетона, мм²/мин.

Показатели огнестойкости (n и t_{cr} , °C) монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия, армированной различными видами стали, принимают в зависимости от класса арматуры (см. таблицу)

Показатели огнестойкости монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия

| Класс арматуры | A 400 | A 240, A 500 | A 600 | A 800 | A 1000 | K 1500 (K-7, K-19) |
|----------------|-------|--------------|-------|-------|--------|--------------------|
| n | 4,4 | 2,8 | 3,6 | 4,2 | 3,85 | 2,48 |
| t_{cr} , °C | 550 | 510 | 505 | 500 | 450 | 365 |

Степень огнезащиты продольной рабочей арматуры при одностороннем подводе тепла (С) рассчитывают по степенной функции

$$C = \frac{a_{min}}{(0,63 \cdot D_{om})^{0,8}}, \quad (3)$$

где a_{min} – минимальная глубина залегания продольной рабочей арматуры в поперечном сечении, мм; D_{om} – показатель термодиффузии бетона, мм²/мин.

Интенсивность силовых напряжений (J_{os}) в растянутой арматуре в расчетном сечении монолитной железобетонной плиты перекрытия определяют по уравнению

$$J_{os} = \frac{g_{н,dl}}{g} \cdot \frac{A_{s,mp}}{A_s} \cdot \frac{R_s}{R_{su}} \leq 1, \quad (4)$$

где $g_{н,dl}$ и g – нормативная длительная и расчетная нагрузка, кН·м; A_s и A_{su} – площадь сечения по проекту фактическая и требуемая по расче-

ту, мм²; R_s и R_{su} – расчетное и предельное сопротивление арматуры, МПа.

Показатель неразрезности монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия здания (k_m) определяют по уравнению

$$k_m = 1 + 0,5 \cdot (A_{on} / A)^{1,5}, \quad (5)$$

где A_{on} и A – соответственно площади сечения продольной рабочей арматуры над опорой и в пролете монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия, мм²; t_{cm} – температура стандартного пожара (t_{cm} , °C) в условиях его развития (τ_{cm} , мин), вычисленная по уравнению

$$t_{cm} = 345 \cdot \ell_g (8 \cdot \tau_{cm} + 1). \quad (6)$$

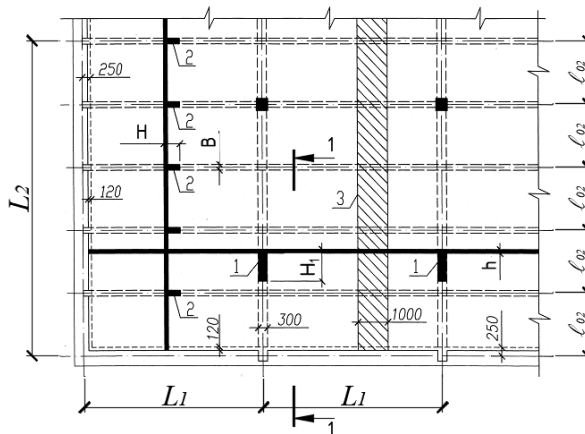


Рис. 1. Конструктивная схема перекрытия здания из монолитных железобетонных балочных плит: 1 – главная балка; 2 – второстепенная балка; 3 – расчетная полоса шириной $b = 1000$ мм для расчета плиты на прочность и огнестойкость; L_1 и L_2 – пролеты балочной плиты, мм; H_1 и H – высота сечения главной и второстепенной балки, мм; h – высота сечения плиты, мм; ℓ_{01} и ℓ_{02} – расчетные размеры пролетов балочной плиты, мм; B – ширина второстепенной балки, мм

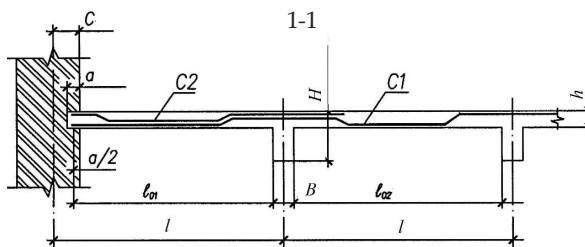


Рис. 2. Расчетные пролеты и схемы армирования продольного сечения балочной плиты; C_1 и C_2 – арматурные сетки; ℓ_{01} и ℓ_{02} – расчетные размеры пролетов балочной плиты, мм; a – заделка балочной плиты в стене на опоре, мм

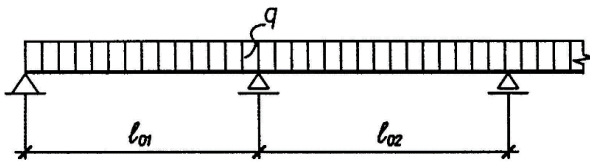


Рис. 3. Расчетная схема балочной плиты: q – расчетная равномерно распределенная нагрузка, кН/м

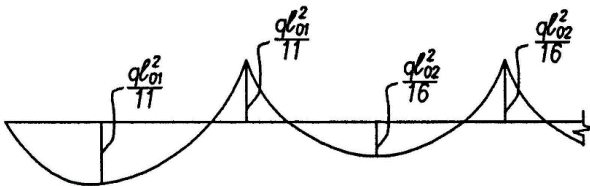


Рис. 4. Эпюра изгибаемых моментов: l – расстояние в осях перекрытия

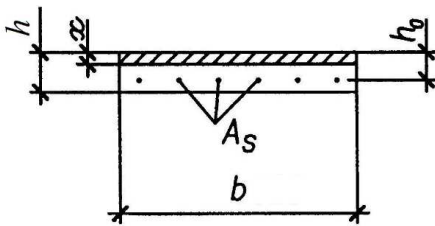


Рис. 5. Расчетное поперечное сечение балочной плиты: b – ширина расчетной полосы балочной плиты, мм; h и h_0 – высота поперечного сечения балочной плиты и ее рабочая высота, мм

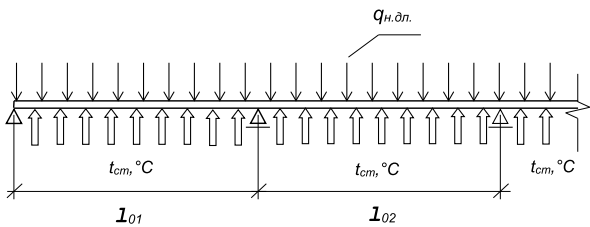


Рис. 6. Продольный разрез балочной плиты: l_{01} и l_{02} – расчетные размеры пролетов, мм; $g_{н,дл}$ – нормативная длительная нагрузка, кН/м

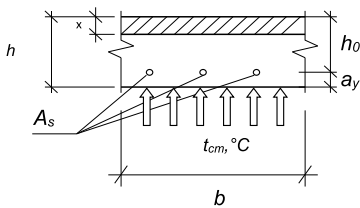


Рис. 7. Расчетное поперечное сечение балочной плиты, схема обогрева стержней рабочей арматуры в условиях стандартного пожара: h и h_0 – высота поперечного сечения балочной плиты и ее рабочая высота, мм; a_y – глубина заложения рабочей арматуры балочной плиты, мм; A_s – площадь рабочей арматуры балочной плиты, мм²; x – высота сжатой зоны поперечного сечения, мм

Схему обогрева поперечного сечения монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия (рис. 6, 7) в условиях пожара определяют в зависимости от фактического расположения частей здания, устройства подвесных потолков, расположения смежных конструкций.

Число и место расположения контрольных участков, в которых определяют показатели качества монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия, определяют следующим образом. В монолитной железобетонной балочной плите перекрытия, имеющей одно расчетное сечение, контрольные участки располагают только в этом сечении. В плите, имеющей несколько расчетных сечений, контрольные участки располагают равномерно по поверхности с обязательным расположением части контрольных участков в расчетном сечении.

Для статически неопределимой монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия расчетные сечения назначают в пролетах и на опорах. Расчетное сечение при этом находят по наибольшей ординате огибающей эпюры моментов.

Размеры монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия проверяют с точностью до 1 мм; ширину трещин – с точностью до 0,05 мм.

Под глубиной залегания продольной рабочей арматуры понимают расстояние по нормали между поверхностью бетона монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия и продольной осью рабочей арматуры.

Для сплошной плиты, армированной сетками или отдельными стержнями при одностороннем их обогреве ($m_0 = 1$), глубину залегания продольной рабочей арматуры (a_{min} , мм) в поперечном сечении определяют по алгебраическому выражению

$$\alpha_{min} = u + (d / 2), \tag{7}$$

где u – толщина защитного слоя бетона, мм; d – номинальный диаметр стержня, мм

Интенсивность силовых напряжений ($J_{ср}$) в растянутой арматуре в расчетном сечении и монолитной железобетонной плиты перекрытия определяют по уравнению

$$J_{ср} = \frac{g_{н,дл}}{g} \cdot \frac{A_{s,мп}}{A_s} \cdot \frac{R_s}{R_{su}} \leq 1,$$

где $g_{н,дл}$ и g – нормативная длительная и расчетная нагрузка, кН·м; A_s и $A_{s,мп}$ – площадь сечения по проекту фактическая и требуемая по расчету, мм²; R_s и R_{su} – расчетное и предельное сопротивление арматуры, МПа.

Выводы. Технологический результат выполненной работы заключается в следующем:

1. Исключение огневых испытаний плит перекрытий здания или его фрагмента.

2. Снижение трудоемкости оценки огнестойкости монолитной железобетонной балочной плиты.

3. Расширение технологических возможностей определения фактической огнестойкости различно нагруженных монолитных железобетонных балочных плит любых размеров по признакам потери несущей и теплоизолирующей способности.

4. Возможность проведения испытания балочных плит перекрытия на огнестойкость без нарушения функционального процесса в здании.

5. Снижение экономических затрат на испытание.

6. Сохранение эксплуатационной пригодности здания при обследовании и неразрушающих испытаниях балочных плит перекрытия.

7. Упрощение условий и сокращение сроков испытания балочных плит перекрытия на огнестойкость.

8. Повышение точности и экспрессивности испытания.

9. Определение реального ресурса балочной плиты перекрытия по огнестойкости с использованием комплекса единичных показателей качества.

10. Повышение точности определения степени огнезащиты продольной рабочей арматуры балочной плиты перекрытия, глубины залегания и степени ее обогрева в условиях пожара.

11. Упрощение учета влияния на предел огнестойкости балочной плиты перекрытия особенностей статической схемы ее работы.

12. Определение фактических пределов огнестойкости балочной плиты перекрытия здания в зависимости от конструктивных параметров, по признакам потери несущей и теплоизолирующей способности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Мордовский С.С. Сопrotивление строительных конструкций зданий в условиях пожара. Самара: СамГТУ, 2018. 71 с.

2. Панфилов Д.А., Бородачев Н.А. Исследование влияния трещинообразования на прогибы изгибаемых железобетонных элементов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2013. С. 314–316.

3. Федоров В.С., Левитский В.Е., Молчанский И.С. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций. М.: АСВ, 2008. 408 с.

4. Федоров В.С., Колчунов В.И., Левитский В.Е. Противопожарная защита зданий: Конструктивные и планировочные решения. М.: АСВ, 2018. 176 с.

5. Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Фролов А.Ю. Огнестойкость строительных конструкций. М.: ЗАО «Спецтехника», 2001. 496 с.

6. Мордовский С.С., Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Таланова В.Н., Бузовская Я.И. Метод моделирования железобетонной балки с двойной арматурой по прочности, деформации и огнестойкости // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 1. С. 4–9. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.1.

7. Патент № 2650704 RU, МПК G 01 25/50. Способ оценки огнестойкости балочной конструкции / Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Ильина В.Н., заяв. СамГТУ: 07.03.2017; опубл. 17.04.2018. Бюл. № 11.

8. Заявка на изобретение № 2019 000 000, МПК G01 № 25/50. Способ оценки огнестойкости двухпролетной железобетонной балки здания / Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Колеснев Н.А., Силантьев И.А.

9. Ильин Н.А., Мордовский С.С., Панфилов Д.А. Теория и проектирование железобетонных конструкций. Самара: СамГТУ, 2018. 86 с.

10. Ильин Н.А., Панфилов Д.А. Оценка огнестойкости проектируемых железобетонных конструкций зданий: монография. Самара: СамГТУ, 2017. 186 с.

11. Патент РФ 2615048; G 01 № 25/50. Способ оценки огнестойкости железобетонной балочной конструкции здания / Ильин Н.А., Панфилов Д.А., заяв. СГАСУ: 05.11.2015, опубл. 03.04.2017. Бюл. № 10.

12. Бородачев Н.А. Курсовое проектирование железобетонных и каменных конструкций в диалоге с ЭВМ. 2-е изд., перераб. и доп. Самара, 2017. 256 с.

13. Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Колеснев Н.А., Силантьев И.А. Оценка проектной огнестойкости двухпролетной железобетонной балки здания // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 4. С. 16–21. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.3.

14. Ильин Н.А., Мордовский С.С., Потатыева Ю.А., Резяпкина К.В. Новый метод оценки огнестойкости железобетонной колонны круглого сечения // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 3. С.9–14. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.2.

REFERENCES

1. Ilyin N.A., Panfilov D.A., Mordovsky S.S. *Soprotivlenie stroitel'nyh konstrukcij zdaniy v usloviyah pozhara* [Resistance of building structures in fire conditions]. Samara: SamSTU, 2018. 71 p.

2. Panfilov D.A., Borodachev N.A. Investigation of the influence of cracking on the deflections of bending reinforced concrete elements. *Issledovanie vliyaniya treshchinoobrazovaniya na progiby izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov* [Traditions and innovations in construction and architecture: materials of the 70th anniversary All-Russian scientific and technical conference following the results of research / SGASU]. Samara, 2013, pp. 314–316. (in Russian)

3. Fedorov V.S., Levitsky V.E., Molchansky I.S. *Ognestojkost' i požarnaya opasnost' stroitel'nyh konstrukcij* [Fire resistance and fire hazard of building structures]. Moscow: ASV Publ., 2008. 408 p.
4. Fedorov V.S., Kolchunov V.I., Levitsky V.E. *Protivopozharnaya zashchita zdaniy: Konstruktivnye i planirovochnye resheniya* [Fire protection of buildings: Structural and planning solutions]. Moscow: ASV, 2018. 176 p.
5. Yakovlev A.I. *Raschet ognestojkosti stroitel'nyh konstrukcij* [Calculation of fire resistance of building structures]. Moscow: Stroyizdat, 1988. 143 p.
6. Milovanov A.F. *Ognestojkost' zhelezobetonnyh konstrukcij* [Fire resistance of reinforced concrete structures]. Moscow: Stroyizdat, 1996. 304 p.
7. Patent No. 2650704 RU, IPC G 01 25/50. A method for assessing the fire resistance of a beam structure / Ilyin N.A., Panfilov D.A., Ilyina V.N., application. SamSTU: 03/07/2017; publ. 04/17/2018. Bul. no. 11.
8. Application for invention no. 2019 000 000, IPC G01 no. 25/50. Method for assessing the fire resistance of a two-span reinforced concrete beam of a building / Ilyin N.A., Panfilov D.A., Kolesnev N.A., Silantsev I.A.
9. Ilyin N.A., Mordovsky S.S., Panfilov D.A. *Teoriya i proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij* [Theory and design of reinforced concrete structures]. Samara: SamSTU, 2018. 86 p.
10. Ilyin N.A., Panfilov D.A. *Ocenka ognestojkosti proektiruemyyh zhelezobetonnyh konstrukcij zdaniy: monografiya* [Assessment of fire resistance of designed reinforced concrete structures of buildings: monograph]. Samara: SamSTU, 2017. 186 p.
11. RF patent 2615048; G 01 no. 25/50. Method for assessing the fire resistance of a reinforced concrete beam structure of a building / Ilyin N.A., Panfilov D.A., application. SGASU: 05.11.2015, publ. 04/03/2017. Bul. no. 10.
12. Borodachev N.A. *Kursovoe proektirovanie zhelezobetonnyh i kamennyh konstrukcij v dialoge s EVM* [Course design of reinforced concrete and stone structures in dialogue with a computer]. Samara, 2017. 256 p.
13. Ilyin N.A., Panfilov D.A., Kolesnev N.A., Silantsev I.A. Evaluation of Design Fire Resistance of a Reinforced Concrete Beam with Central Prop. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019. Vol. 9, no. 4. Pp. 16–21. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.3.
14. Ilin N.A., Mordovskiy S.S., Potatuyeva Yu.A., Rezyapkina K.V. A New Method for Assessing the Fire Resistance of a Reinforced Concrete Column with a Circular Cross Section. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 3, Pp. 9–14. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.2.

Об авторах:

ИЛЬИН Николай Алексеевич

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 тел. (846)339-14-71

ПАНФИЛОВ Денис Александрович

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

ЖИЛЬЦОВ Юрий Викторович

старший преподаватель кафедры железобетонных конструкций, заведующий лабораторией железобетонных конструкций «ОНИЛ ЖБК» Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

ILYIN Nikolay A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Waste Water Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244, tel. (846) 339-14-71

PANFILOV Denis A.

PhD in Engineering Science, Head of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

ZHILTSOV Yuriy V.

Senior Lecturer, SK ONIL RCB Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

Для цитирования: Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Жильцов Ю.В. Инновационный метод оценки огнестойкости монолитной железобетонной балочной плиты перекрытия здания // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 43–47. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.5.

For citation: Ilyin N.A., Panfilov D.A., Zhiltsov Yu.V. Innovative Method for Assessing the Fire Resistance of a Monolithic Reinforced Concrete Beam Floor Slab of a Building. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 43–47. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.5.

О. Г. ОРЛОВ
Н. В. ТРЕТЬЯКОВ

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН ПРЕВЫШЕНИЯ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ШУМА ОТ КРЫШНОЙ КОТЕЛЬНОЙ

PROBLEM OF NOISE OF ROOF BOILERS AND WAYS OF ITS SOLUTION

Рассмотрен типичный пример проблемы шумового воздействия оборудования крышной котельной на жилые помещения квартир на 18-м этаже многоквартирного дома, расположенных под крышной котельной и под техническим этажом. Установлены причины возникновения повышенного уровня шума. Выявлены нарушения правил монтажа оборудования, влияющие на повышение уровня шума, конструктивные особенности здания, предложены пути устранения повышенного уровня шума. Оценена эффективность реализации предложенных мероприятий по снижению уровня шума.

Ключевые слова: крышная котельная, уровень шума, здание в каркасном варианте, котельное оборудование, звукоизоляционные и виброизолирующие элементы

Целью проведения работ являлось выявление причин повышенного шума в квартире [1–6] на 18-м этаже многоквартирного дома, расположенной под техническим этажом между крышной котельной и квартирой. В процессе проведения работ производилось инструментальное измерение уровней шума в квартире и в помещении котельной. При этом время проведения измерений выбрано с учётом максимального исключения влияния фоновых шумов на результаты измерений. В процессе проведения исследования выявлялось соответствие установленного оборудования и конструкций проекту, определялся уровень шума в квартире и в котельной. Проведение исследования включало два этапа. На первом этапе были определены конструктивные особенности объекта, проведено измерение шумов на объекте, оценены дефекты, влияющие на повышенный уровень шума, предложены пути устранения повышенного уровня шума. Второй этап предполагал проведение исследований после устранения замечаний по установке оборудования и оценку эффективности предложенных мер.

В процессе первого этапа исследования было установлено, что здание выполнено в каркасном варианте с монолитными железобетонными колоннами, диафрагмами, лиф-

A typical example of the problem of noise impact of the equipment of a roof-top boiler room on the living quarters of apartments on the 18th floor of an apartment building, located under the roof-top boiler room and under the technical floor, is considered. The reasons for the occurrence of the increased noise level have been determined. Violations of the rules for the installation of equipment, affecting the increase in the noise level, the structural features of the building are revealed, ways of eliminating the increased noise level are proposed. The effectiveness of the implementation of the proposed measures to reduce the noise level is assessed.

Keywords: roof boiler room, noise level, frame building, boiler equipment, sound-proof and vibration-proof elements

товыми шахтами, стенами лестничных клеток и перекрытиями. Толщина монолитных плит железобетонных перекрытий – 20–22 см. Стеновое заполнение между колоннами и плитами перекрытий – из керамзитобетонных блоков. Крыша котельной устроена легкосбрасываемой из профилированных стальных листов по стальным балкам. Вход в котельную – с крыши первой секции жилого здания. Строительные конструкции объекта соответствовали проекту. В соответствии с проектом крышная котельная была оборудована тремя котлами RIELLO RTQ мощностью 600 кВт каждый. Котлы комплектуются горелками RS-70 t.s с мультиблоками МБС 1200 SE 50. Из трёх котлов один является резервным, и его включение при работе двух оставшихся котлов не происходит. Для циркуляции теплоносителя в системе существуют циркуляционные насосы фирмы «Grundfos». Для компенсации тепловых расширений котла имеется три расширительных мембранных бака «Reflex» вместимостью по 50 литров. Для компенсации тепловых расширений системы установлен расширительный мембранный бак «Reflex» вместимостью 1200 литров. Трубопроводы в пределах котельной проложены по стене и полу котельной, а также на стойках-кронштейнах или подвешены с помощью

стальных тяжей к стальным балкам покрытия. Газопровод низкого давления проложен от ГРПШ к котельным на торцевом фасаде по оси жилого дома и крепится к стене на стальных кронштейнах без шумоизолирующих прокладок. Котельное оборудование соответствует принятому в проекте. Котлы, расширительные баки и остальное оборудование установлены непосредственно на полу котельной. Трубопроводы проложены по полу через стальные прокладки, протянуты по стальным стойкам из труб и кронштейнам, подвешены стальными тяжами к стальным балкам покрытия. Шумоизолирующие и виброизолирующие прокладки между котельным оборудованием и полом, между конструкциями опор под трубопроводы и полом при исследовании не были обнаружены. Отсутствовали также звукоизоляционные и виброизолирующие элементы между подвесками трубопроводов и стальными балками покрытия. Исключение составляли три циркуляционных насоса фирмы «Grundfos», которые крепятся непосредственно на трубах отопительной системы.

Для оценки уровня шума и влияния на уровень шума различных устройств котельного оборудования в соответствии с ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2600-80) «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» были произведены замеры уровня шума в котельной и квартире с помощью шумера – анализатора спектра “Larson – Devis 2800A ” (табл. 1). Замеры в помещении крышной котельной и в квартире были проведены в соответствии с ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2600-80). Максимальные уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами приведены в табл. 2.

При обработке результатов измерений было установлено, что работа двух насосов повышает уровни шума в жилой комнате на частоте 31,5 Гц на 6 дБ, на 125 Гц – на 5 дБ, на 250 Гц – на 3 дБ и на 500 Гц – на 3 дБ. При работе всего котельного оборудования (двух котлов и двух насосов) на всех среднегеометрических полосах частот нормируемого диапазона повышение уровней шума составляет от 5 до 16 дБ (см. табл. 2). В соответствии с пунктом 5.9. ГОСТ 23337-78 (СТ СЭВ 2600-80), учитывающим помехи других источников шума, введена поправка, указанная в табл. 2 в скобках.

В результате анализа полученных результатов обследования строительных конструкций и котельного оборудования, замеров уровня шума в котельной и квартире и поверочных расчётов звукоизоляции перекрытия было установлено, что перекрытие над квартирой обеспечивает достаточную звукоизоляцию от шумов в котельной. Основным источником шума, создающим значительные превышения его уровня, является работа котлов «RIELLO RTQ», в том числе и горелок. Работа котлов создает шум в комнате квартиры, превышающий нормативные значения на всех среднегеометрических полосах частот с 63 до 8000 Гц и с 3 до 22 дБ.

Превышение уровня шума на частотах 2000 Гц, 4000 Гц и 8000 Гц вызваны газопроводом низкого давления, проходящим снаружи по стене комнаты квартиры, в которой проводились измерения, поскольку высокочастотный шум возникает при транспортировке газа по трубопроводу.

Причинами превышения допустимого уровня шума являлись:

– структурный шум от работающего газового оборудования, жестко (без шумоизо-

Таблица 1

Гигиеническая оценка результатов замеров в жилой комнате квартиры

| Место замера, источник шума | Среднегеометрические полосы частот, Гц, дБ | | | | | | | | |
|--|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Превышение фона над нормой | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 3 | 8 | 6 |
| Работают два насоса, превышение над нормой | 0 | 0 | 4 | 9 | 5 | 0 | 1 | 5 | 3 |
| Всё работает, превышение над нормой | 0 | 3 | 11 | 22 | 13 | 10 | 11 | 15 | 13 |

Таблица 2

Уровень шума в квартире

| Место замера, источник шума | Среднегеометрические полосы частот, Гц, дБ | | | | | | | | |
|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Квартира, работают два насоса, DL с фоном | 7 (-1) 6 | 2 (-3) 0 | 6 (-1) 5 | 5 (-2) 3 | 5 (-2) 3 | 2 (-3) 0 | 1 (-3) 0 | 1 (-3) 0 | 0 (-3) 0 |
| Квартира, работает всё, DL с фоном | 11 | 12 | 12 | 16 | 11 | 11 | 9 (-1) 8 | 8 (-1) 7 | 6 (-1) 5 |

лирующих и виброизолирующих устройств) закреплённого на перекрытии, что приводит к образованию звуковых мостиков;

– структурный шум от работающего газового оборудования, передающийся на строительные конструкции по трубам, имеющим жёсткое крепление (без шумоизолирующих и виброизолирующих устройств) к стенам, перекрытию и покрытию через звуковые мостики;

– газопровод, проходящий по наружной стене дома, установка которого выполнена без изолирующих прокладок между трубой и кронштейнами крепления трубы.

Для устранения превышения допустимого уровня шума было рекомендовано разработать проект установки и крепления котельного оборудования, трубопроводов к строительным конструкциям через шумоизолирующие и виброизолирующие устройства (опоры), а также проходов трубопроводов через стены и перекрытия в соответствии с требованиями СНиП 23-03-2003 «Защита от шума», обеспечивающий соблюдение норм СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». На основании этого проекта следовало выполнить шумоизоляцию котельного оборудования и трубопроводов.

На основании указанных рекомендаций компанией, установившей ранее котельное оборудование, был разработан и реализован проект установки и крепления котельного оборудования и трубопроводов к строительным конструкциям через шумоизолирующие и виброизолирующие устройства (опоры), а также проходов трубопроводов через стены и перекрытия.

В результате реализации рекомендаций были выполнены следующие работы, способствующие снижению шума от работающей котельной:

1. Под котлоагрегаты подложена виброизолирующая резина, препятствующая передаче вибраций от работающих котлов на перекрытие здания.

2. Газопроводы изолированы от перекрытия через резиновые прокладки.

3. Устранено жёсткое крепление сетевых насосов к фундаментам и полу котельной.

4. С целью устранения возможности передачи на строительные конструкции вибраций от сетевых трубопроводов выполнено прохождение трубопроводов горячего водоснабжения через перекрытие над техническим этажом через гильзы из пенополиуретана в соответствии с требованиями СНиП 23-03-2003, пункт 9.21.

5. Крепление хомутами газопроводов низкого давления, являющихся источником высокочастотного шума, к наружной стене выполнено через резиновые прокладки.

Также были предприняты дополнительные меры по снижению уровня шума от котельной, включающие в себя установку звукопоглощающего короба на трап аварийного слива с котельной и короба глушителя на газовую горелку одного из двух агрегатов.

После реализации вышеуказанных мероприятий с целью оценки их эффективности были выполнены замеры уровня шума в квартире. В результате обработки показаний проведённых измерений было выявлено существенное снижение шума от котельного оборудования и трубопроводов (табл. 3 и 4). В то же время, несмотря на положительные результаты

Таблица 3

Превышение норматива ночного времени шума от оборудования котельной в помещении квартиры до реализаций рекомендованных мероприятий

| Место замера, источник шума | Среднегеометрические полосы частот, Гц, дБ | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Квартира, норма ночного времени | 67 | 50 | 39 | 30 | 24 | 20 | 17 | 15 | 13 |
| Всё работает, превышение над нормой | 0 | 3 | 11 | 22 | 13 | 10 | 11 | 15 | 13 |

Таблица 4

Превышение норматива ночного времени шума от оборудования котельной в помещении квартиры после реализаций рекомендованных мероприятий

| Место замера, источник шума | Среднегеометрические полосы частот, Гц, дБ | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Квартира, норма ночного времени | 67 | 50 | 39 | 30 | 24 | 20 | 17 | 15 | 13 |
| Всё работает, превышение над нормой | 0 | 0 | 1 | 12 | 5 | 0 | 0 | 3 | 6 |

работ по шумоизоляции, уровень шума возле квартиры при работающем котельном оборудовании превышает нормативные значения, установленные нормами СанПиН 2.1.2.2645-10 и СанПиН 2.1.2.2801-10 «Изменения и дополнения № 1 к СанПиН 2.1.2.2645-1».

Выполненные замеры (табл. 5) показали, что дополнительные мероприятия по снижению шума, передающегося воздушным путём, не повлияли на акустическую ситуацию в квартире. В процессе исследования было отмечено, что рекомендованное устранение нарушений в соответствии с требованиями СНиП 23-03-2003, пункт 9.21 выполнены только для перекрытия между техническим этажом и котельной; трубопроводы горячего водоснабжения, проходящие через остальные нижерасположенные перекрытия, не имеют виброизолирующих гильз из пенополиуретана, что создает условия распространения шума через железобетонные

перекрытия в местах плотного контакта их с коммуникациями горячего водоснабжения теплоснабжения. Иных причин превышения уровня шума от котельной по результатам проведенного обследования обнаружено не было.

Реализация рекомендованных мероприятий по снижению шума на объекте позволила существенно снизить уровень шума от работающей котельной в квартире и прилегающих помещениях. Было установлено, что причиной превышения уровня шума после выполнения мероприятий по снижению уровня шума являются смонтированные в нарушение требований СНиП 23-03-2003, пункт 9.21, обеспечивающих соблюдение норм СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Узлы прохода сетевых трубопроводов горячего водоснабжения через железобетонные перекрытия здания ниже технического этажа без требуемых вибро- и звукоизолирующих гильз и прокладок.

Таблица 5

Уровни шума от котельной в квартире (время 20-21 ч)

| № замера | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | LA, дБА |
|---|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Фон в квартире | 41 | 35 | 39 | 36 | 25 | 23 | 20 | 23 | 23 | 32 |
| Квартира – всё работает с учётом поправки | 45 | 40 | 44 | 40 | 32 | 26 | 21 | 26 | 24 | 36 |
| | 43 | 38 | 42 | 38 | 31 | 23 | - | 23 | - | 34 |
| Норма ночного времени | 67 | 50 | 39 | 30 | 24 | 20 | 17 | 15 | 13 | 25 |
| Превышение | - | - | 3 | 8 | 7 | 3 | - | 8 | - | 9 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Защита от шума: справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1973. 200 с.
2. Орлов О.Г. Анализ эффективности акустических экранов различной конструкции // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 3. С. 62–66. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.10.
3. Гвоздовский В.И., Князева М.Н., Сизова А.И. Экологические проблемы крупного города. Средства и методы решения // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, № 3. С. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.
4. Орлов О.Г., Галицков С.Я., Вельмяйкина О.С. Алгоритм создания акустического комфорта при разработке проекта жилого дома // Градостроительство и архитектура. 2016. № 2(23). С. 56–61. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.11.
5. Орлов О.Г. Акустическая ситуация в городе Самаре и пути её дальнейшего улучшения: сборник трудов III Международного экологического конгресса (V Международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятель-

ности промышленно-транспортных комплексов». Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. С. 221–226.

6. Третьяков Н.В. Исследование технического состояния здания после длительной эксплуатации: материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2015. С. 320–325.

REFERENCES

1. *Spravochnika proektirovshchika «Zashchita ot shuma»* [Designer's Handbook "Noise Protection"]. M., Stroyizdat, 1973. 200 p.
2. Orlov O.G. Analysis of the Efficiency of Acoustic Screens of Different Designs. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol.11, no. 3, pp. 62–66. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.10.
3. Gvozдовский V.I., Knyazeva M.N., Sizova A.I. Metropolis Environmental Problems: Methods of Solution. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2017. vol.7, no.3. pp. 63–67. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.

4. Orlov O.G., Galitskov S.Ya., Velmyaykina O.S. The algorithm for creating acoustic comfort during project development, residential building. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2016. no2(23). pp. 56–61. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.11.

5. Orlov O.G. Acoustic situation in the city of Samara and ways of its further improvement. *Sbornik trudov III Mezhdunarodnogo ekologicheskogo kongressa (V Mezhduna-rodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii) «Ekologiya i bezopasnost' zhizne-deyatelnosti promyshlenno-transportnykh kompleksov»* [Collection of works of the III International Ecological Congress (V International Scientific and Technical Conference) "Ecology and safety of life-activities of industrial and transport complexes"]. Samara, Samarsky nauchny center RAN, 2012, pp. 221–226. (in Russian)

6. Tretyakov N.V. Study of the technical condition of the building after long-term operation. *Materialy 72-y Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture"* [Materials of the 72nd All-Russian Scientific and Technical Conference «Traditions and Innovations in Construction and Architecture»]. Samara, 2015.

Об авторах:

ОРЛОВ Олег Георгиевич

кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: leo10255@rambler.ru

ORLOV Oleg G.

PhD in Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Environmental Protection and Hydraulic Engineering Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: leo10255@rambler.ru

ТРЕТЬЯКОВ Николай Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: nikol.tretyakov2010@yandex.ru

TRETYAKOV Nikolai V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Metal and Wooden Structures Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: nikol.tretyakov2010@yandex.ru

Для цитирования: Орлов О.Г., Третьяков Н.В. Выявление причин превышения допустимого уровня шума от крышной котельной // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 48–52. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.6.

For citation: Orlov O.G., Tretyakov N.V. Problem of Noise of Roof Boilers and Ways of its Solution. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 48–52. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.6.

В. Б. ФИЛАТОВ
З. Ш. ГАЛЯУТДИНОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ

EXPERIMENTAL STUDY AND METHODOLOGY FOR CALCULATING THE PUNCHING SHEAR STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE SLABS

Представлены результаты исследований на опытных образцах прочности и деформативности железобетонных плит при продавливании. Опытные образцы представляли собой фрагменты узлов сопряжения колонн и монолитных плит перекрытия безбалочного каркаса. Варьируемым параметром являлась форма поперечного сечения колонны. Установлено, что с увеличением отношения сторон сечения колонны наблюдается превышение расчетных значений прочности над опытными значениями. Отмеченная тенденция показывает, что нормативная методика расчета не учитывает действительный характер распределения усилий в зоне продавливания плиты. Предложена методика по учёту влияния отношения сторон сечения прямоугольной колонны и отношения стороны сечения колонны к рабочей высоте сечения плиты на прочность плиты при продавливании. Выполнено сравнение опытных и расчётных значений прочности железобетонных плит при продавливании, полученных по различным нормативным методикам и по предлагаемой методике.

Ключевые слова: продавливание, плоская плита, прямоугольная колонна

Одним из конструктивных параметров, влияющих на прочность плоских железобетонных плит при продавливании, является соотношение сторон сечения колонны (площадки нагружения). Результаты экспериментальных исследований, проведенных авторами [1–3], показывают, что при соотношении сторон сечения прямоугольной колонны c_{max} / c_{min} более двух прочность плиты при продавливании снижается. Отношение сторон площадки нагружения при расчете железобетонной плиты на продавливание учитывается в нормах проектирования США (АСИ-318) и Европы (Model Code 2010, Eurocode2 и др.). В СП 63.13330.2018 «СниП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» этот параметр не рассматривается. Возможный подход по учету соотношения сторон сечения колонны при расчете на продавливание по

The results of studies on experimental samples of the strength and deformability of reinforced concrete slabs during punching are presented. The experimental samples were fragments of the nodes of the coupling of columns and monolithic slabs of the girderless frame. The variable parameter was the shape of the column cross-section. It is established that with an increase in the ratio of the sides of the column section, an excess of the calculated strength values over the experimental values is observed. The noted trend shows that the normative calculation method does not take into account the actual nature of the distribution of forces in the plate punching area. A technique is proposed to take into account the influence of the ratio of the sides of rectangular column section and the ratio of the side of column section to the working height of plate section on the plate's punching shear strength. The comparison of experimental and calculated values of the punching shear strength of reinforced concrete slabs, obtained according to various normative methods and according to the proposed methodology, is carried out.

Keywords: punching, flat slab, rectangular column

методике СП 63.13330.2018 предложен в работах [4, 5].

В нашей стране все экспериментальные исследования по продавливанию железобетонных плит проводились на образцах с круглой или квадратной колонной (то есть при $c_{max} / c_{min} = 1$) и при относительно небольших значениях $c / h_0 < 2$. При этом результаты экспериментов [1–3] показывают, что с ростом величины c_{max} / c_{min} и c / h_0 относительная прочность плиты уменьшается.

Для изучения напряженно-деформированного состояния и особенностей работы монолитной железобетонной плиты при продавливании колоннами прямоугольного сечения были проведены испытания четырех опытных образцов с различной формой поперечного сечения колонны (табл. 1).

Образцы представляют собой фрагмент узла сопряжения колонны и плоской железобетонной плиты.

Таблица 1

Марки опытных образцов

| Марка опытного образца | Сечение колонны $c_{min} \times c_{max}$, мм | Отношение сторон сечения колонны c_{max} / c_{min} |
|------------------------|---|--|
| КСК | Круглое $\varnothing 210$ | - |
| КСП-1 | 200×200 | 1 |
| КСП-2,5 | 200×500 | 2,5 |
| КСП-4 | 200×800 | 4 |

бетонной плиты квадратной и прямоугольной формы (рис. 1). На рис. 2 представлена конструкция образца КСП-1.

Плиты опытных образцов армировались сетками у верхней и нижней грани. Поперечное армирование в плитах отсутствовало. Армирование у верхней (растянутой) грани плиты выполнялось арматурными стержнями диаметром 14 мм класса А500 с шагом 100 мм, у нижней (сжатой) грани армирование принято минимальным (стержни диаметром 5 мм класса В500 с шагом 100 мм) для детального исследования напряженно-деформированного состояния сжатого бетона при восприятии усилия продавливания. Фрагменты колонны в образцах армировались стержнями диаметром 16 и 18 мм класса А500. Поперечное армирование в колоннах выполнялось вязаными хомутами диаметром 4 мм класса В500 с шагом 100 мм.

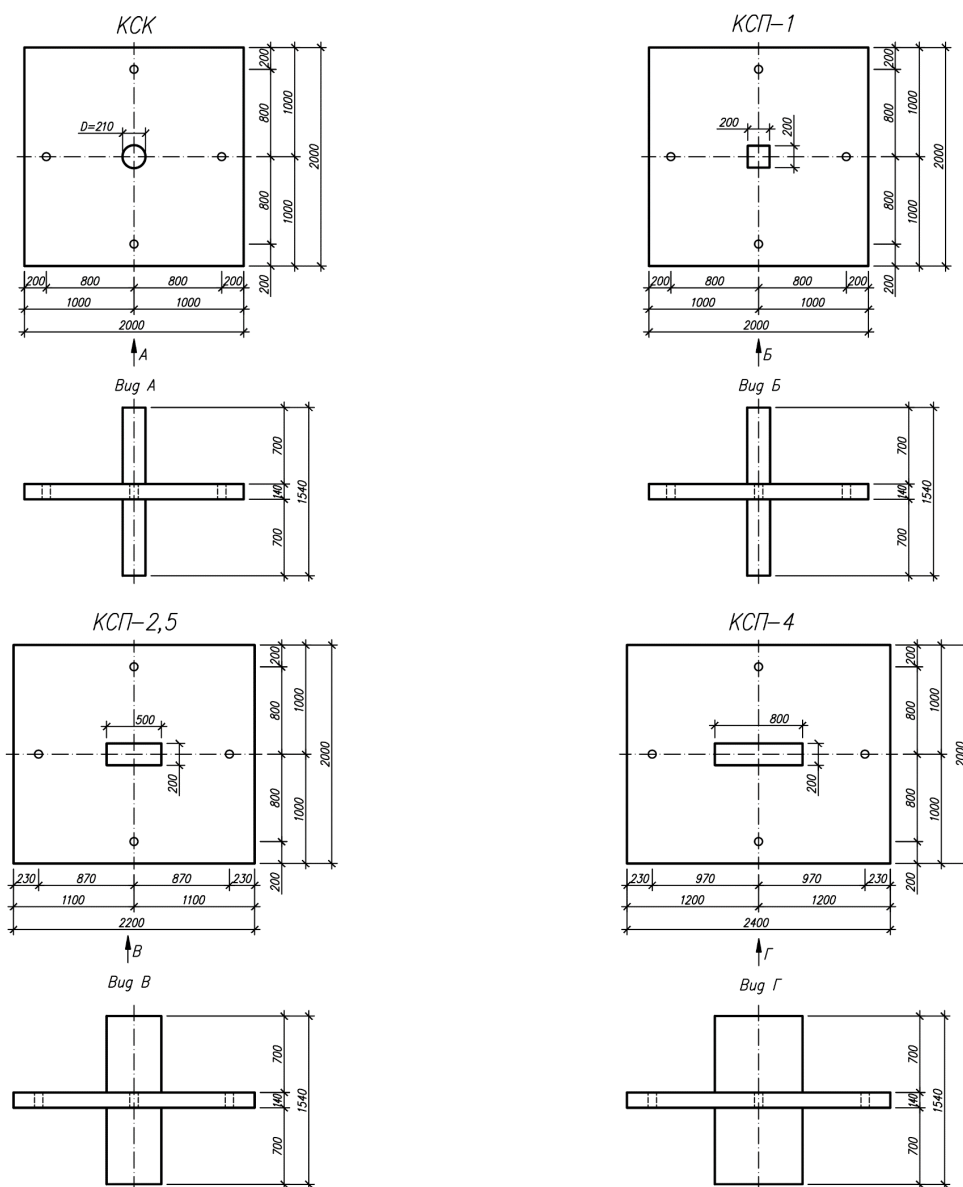


Рис.1. Геометрические размеры опытных образцов

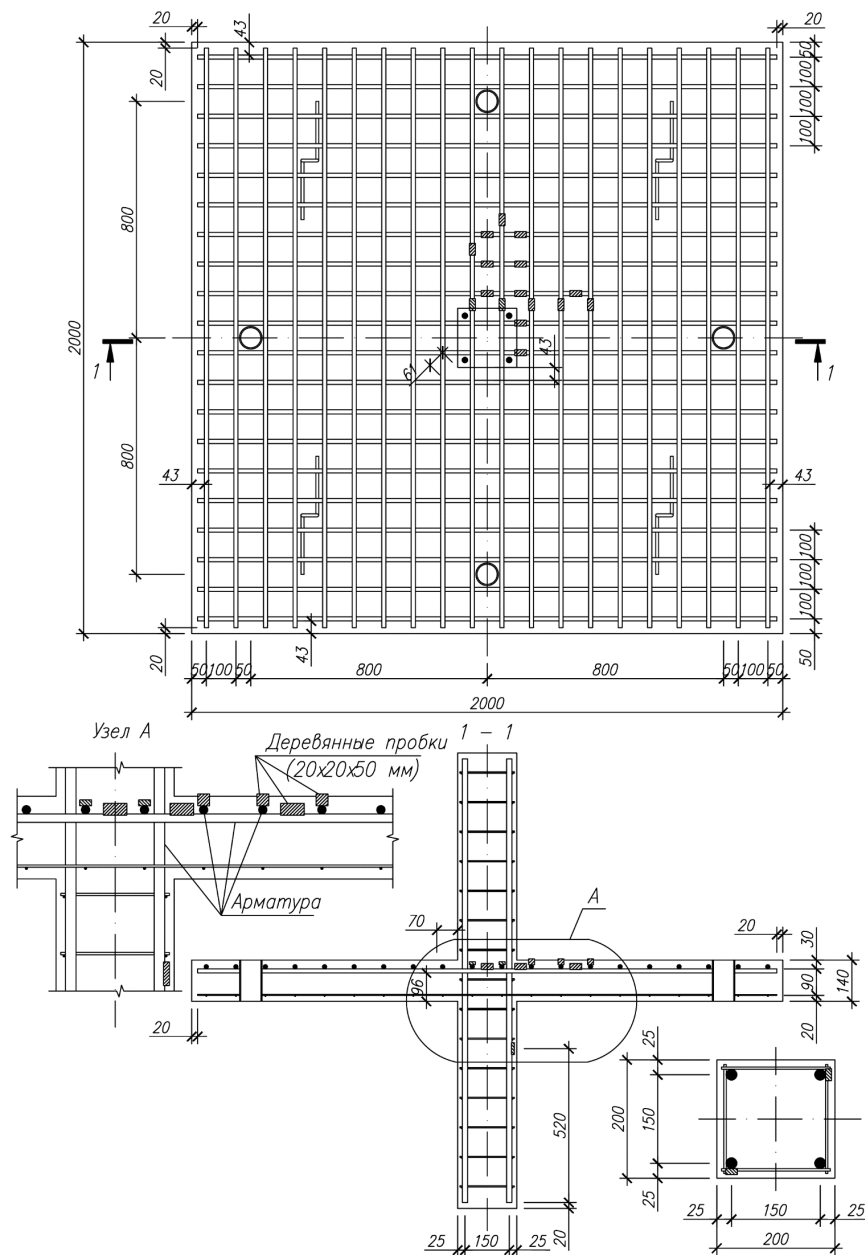


Рис. 2. Конструкция образца КСП-1

Образцы изготавливались из тяжелого бетона. Физико-механические характеристики и диаграмма « σ - ϵ » бетона при сжатии определялись по данным испытаний контрольных кубов и призм в соответствии с ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» и ГОСТ 24452-80 «Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона». Средние значения характеристик прочности бетона, полученные по результатам испытаний, представлены в табл. 2.

Физико-механические характеристики и диаграмма « σ - ϵ » продольной арматуры плит и колонн определялись по данным испытаний на растяжение в соответствии с ГОСТ 12004-81 «Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение». Результаты испытаний позволяют сделать вывод, что вся испытанная арматура соответствует классу А500С по требованиям ГОСТ Р 52544-2006 «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия».

Таблица 2

Результаты испытаний бетонных кубов и призм

| Марка образца | Кубиковая прочность бетона $R_{m'}$, МПа | Прочность бетона при раскалывании $R_{tt, m'}$, МПа | Прочность бетона при растяжении $R_{bt, m'}$, МПа | Призменная прочность бетона $R_{b, m'}$, МПа | Модуль упругости бетона $E_{b'}$, МПа | Коэффициент Пуассона μ |
|---------------|---|--|--|---|--|----------------------------|
| КСП-1 | 33,6 | 2,19 | 1,82 | 26,5 | 24170 | 0,187 |
| КСП-2,5 | 27,5 | 1,93 | 1,60 | 21,2 | 21060 | 0,199 |
| КСП-4 | 35,7 | 2,30 | 1,91 | 25,6 | 22910 | 0,188 |
| КСК | 42,2 | 3,15 | 2,61 | 34,4 | 25990 | 0,181 |

Нагружение опытных образцов при испытаниях производилось гидравлическим домкратом. Усилие прикладывалось к нижней грани колонны и передавалось на плиту образца через распределительные траверсы, которые удерживались тугами, закрепленными в силовом полу (рис. 3).

Определение величины деформаций бетона сжатой грани плиты производилось при помощи тензорезисторов с базой 50 мм (рис. 4). Тензорезисторы с базой 20 мм применялись для определения деформаций растянутой арматуры.

Прогибы плиты измерялись с помощью прогибомеров ПАО-6 и определялись как разность перемещения плиты в рассматриваемой точке и у грани колонны. Схемы расстановки прогибомеров (П1 – П7) и точек приложения нагрузки на плиту образцов представлены на рис. 5.

Нагружение образца производилось ступенями по 5 % от теоретической разрушающей нагрузки. Время выдержки образца под нагрузкой на каждой ступени составляло от 10 до 30 мин. На каждой ступени нагружения

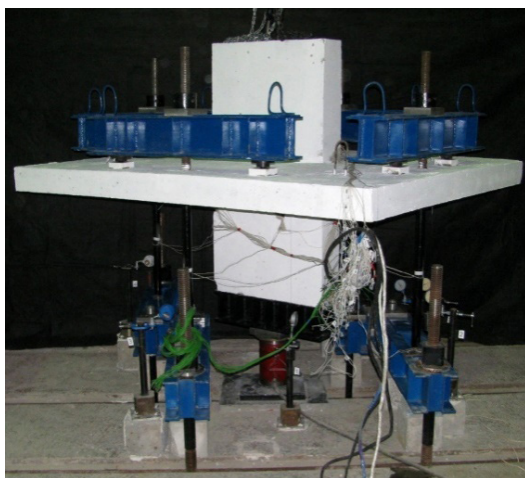


Рис. 3. Нагружение образца КСП-4

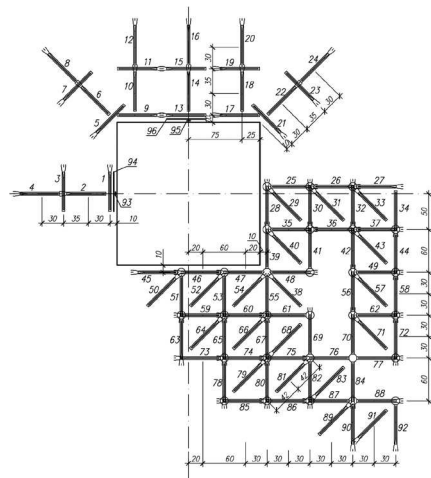


Рис. 4. Схема расположения тензорезисторов на бетоне сжатой грани плиты образца КСП-1

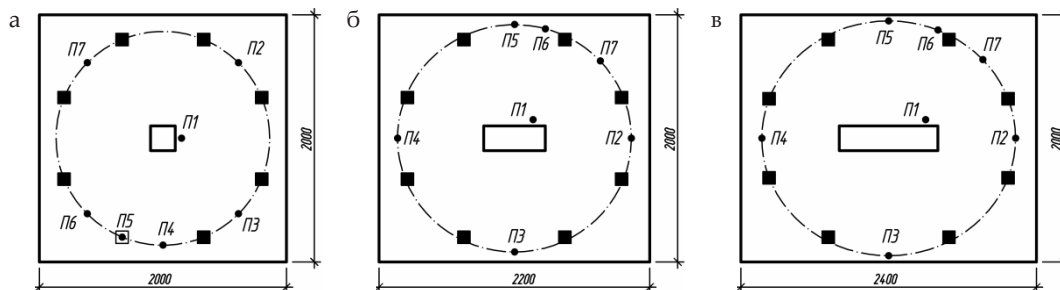


Рис. 5. Схемы расстановки прогибомеров и точек приложения нагрузки на плиты опытных образцов: а – образцы КСК и КСП-1; б – образец КСП-2,5; в – образец КСП-4

фиксируются показания тензорезисторов, прогибомеров, схемы образования и развития трещин.

Трещинообразование в плитах всех опытных образцов имело схожий характер. Первые радиальные трещины шириной раскрытия 0,05 мм образовывались на верхней поверхности плиты от граней колонны и развивались к внешнему контуру плиты при уровне нагружения 0,25–0,3 от разрушающей нагрузки (P_{ult}), образование тангенциальных трещин отмечалось при уровне нагружения (0,45–0,5) P_{ult} . После начала трещи-

нообразования раскрытие трещин было незначительным, более характерным являлось образование новых трещин. При уровне нагружения 0,85 P_{ult} интенсивность образования трещин значительно снизилась, преобладающим стал процесс их раскрытия. В предельной стадии перед разрушением ширина раскрытия радиальных трещин достигала 0,3 мм, тангенциальных трещин (у граней колонны) 0,5 мм. Наибольшая интенсивность трещинообразования в плите отмечалась на участках возле углов колонн. Вид образцов после разрушения представлен на рис. 6.

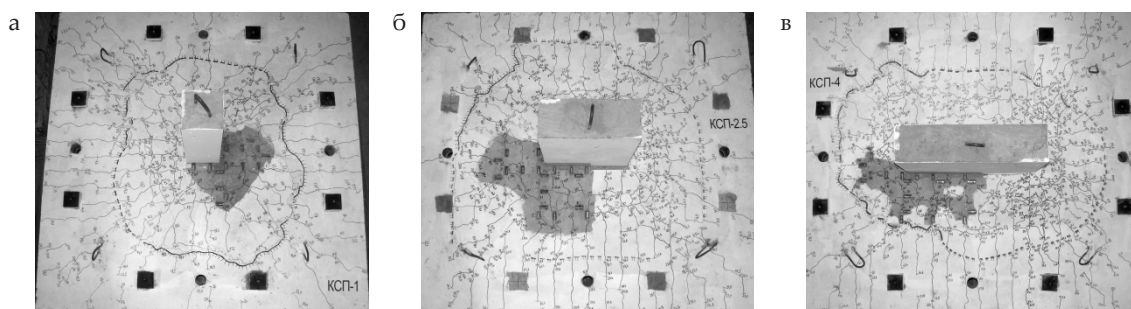


Рис. 6. Опытные образцы после испытаний (вид сверху): а – образец КСП-1; б – образец КСП-2,5; в – образец КСП-4

Осредненные значения прогибов плит опытных образцов в зависимости от уровня нагружения представлены на рис. 7.

Из анализа графиков следует, что величины прогибов плит образцов КСП-2,5 и КСП-4 перед разрушением превышали прогибы плиты образца КСП-1 на 4–8 % по короткой стороне плиты и на 8–11 % по длинной стороне.

Разрушение образцов произошло хрупко вследствие продавливания плиты колонной с образованием пирамиды продавливания. Опытные P_{ult} и расчетные F_{calc} значения разрушающих нагрузок, а также рабочая высота сечения h_0 и периметр расчетного контура продавливания u приведены в табл. 3. Расчетные значения F_{calc} определялись в соответствии с методикой СП 63.13330.2018. Результаты, приведенные в табл. 3, показывают, что при соотношении сторон колонны $c_{max}/c_{min} = 2,5$ отношение P_{ult}/F_{calc} становится меньше единицы, т. е. расчетные значения прочности начинают превосходить опытные значения. При соотношении сторон сечения колонны, равном четырем (образец КСП-4), превышение расчетных значений разрушающей нагрузки над опытными значениями достигает 30 %.

Анализ деформаций бетона сжатой грани плиты показывает, что радиальные деформации в целом распределены равномерно по периметру сопряжения плиты с колонной. Однако характер распределения тангенциальных

деформаций существенно зависит от формы поперечного сечения колонны. На рис. 8 представлены эпюры тангенциальных деформаций бетона сжатой грани плиты ($\epsilon \times 10^{-6}$ ЕОД) для испытанных образцов при нагрузке 0,6 P_{ult} .

Отметим, что очертание эпюр практически не изменяется в процессе нагружения образцов, включая такие этапы, как образование нормальных трещин и образование наклонной трещины, выделяющей пирамиду продавливания. Анали-

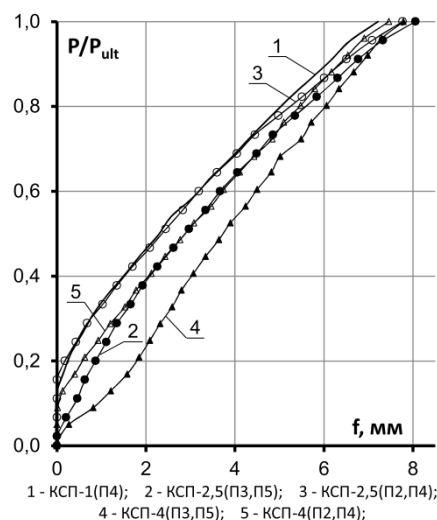


Рис. 7. Прогибы плит опытных образцов

Таблица 3

Опытные и расчетные значения разрушающих нагрузок опытных образцов

| Марка образца | h_{0r} , мм | u , мм | $P_{ult'}$, кН | $F_{calc'}$, кН | $P_{ult'} / F_{calc}$ |
|---------------|---------------|----------|-----------------|------------------|-----------------------|
| КСК | 105 | 990 | 284,9 | 267,0 | 1.07 |
| КСП-1 | 100 | 1200 | 272,0 | 220,8 | 1.23 |
| КСП-2,5 | 100 | 1800 | 281,3 | 293,4 | 0.96 |
| КСП-4 | 100 | 2400 | 328,4 | 468,0 | 0.70 |

зируя эпюры, приведенные на рис. 8, отметим, что для круглой колонны (образец КСК) эпюра имеет форму, близкую к окружности, а у образцов с квадратной и прямоугольными колоннами присутствует концентрация деформаций возле углов колонны и эта концентрация тем больше, чем больше соотношение сторон сечения колонны c_{max} / c_{min} . Так, в образце КСП-4 у середины длинной стороны колонны значение тангенциальных деформаций падает практически до нуля, в то время как возле углов колонны наблюдается значительный рост деформаций. Концентрация деформаций в плите возле углов колонны наблюдается даже у образца с квадратной колонной (КСП-1), хотя и в меньшей степени. Отмеченная особенность (концентрация деформаций бетона сжатой грани плиты возле углов колонны) имеет важное практическое значение, поскольку расчет по методике

СП 63.13330.2018 предполагает равномерное распределение срезающих напряжений по всей контуру продавливания.

Результаты испытаний опытных образцов позволяют отметить особенность деформирования плиты по периметру колонны, которая выражается в снижении тангенциальных и срезающих усилий вдоль стороны колонны от угла к ее середине. Эта особенность деформирования плиты также отмечается в ряде работ зарубежных исследователей [6–8]. Указанная характерная особенность деформирования плиты позволяет сделать вывод о наличии в плите по периметру сечения колонны «зоны стеснённых деформаций» – зоны, где сечение колонны препятствует свободному деформированию плиты в тангенциальном направлении.

Для учёта влияния отношения сторон сечения прямоугольной колонны c_{max} / c_{min}

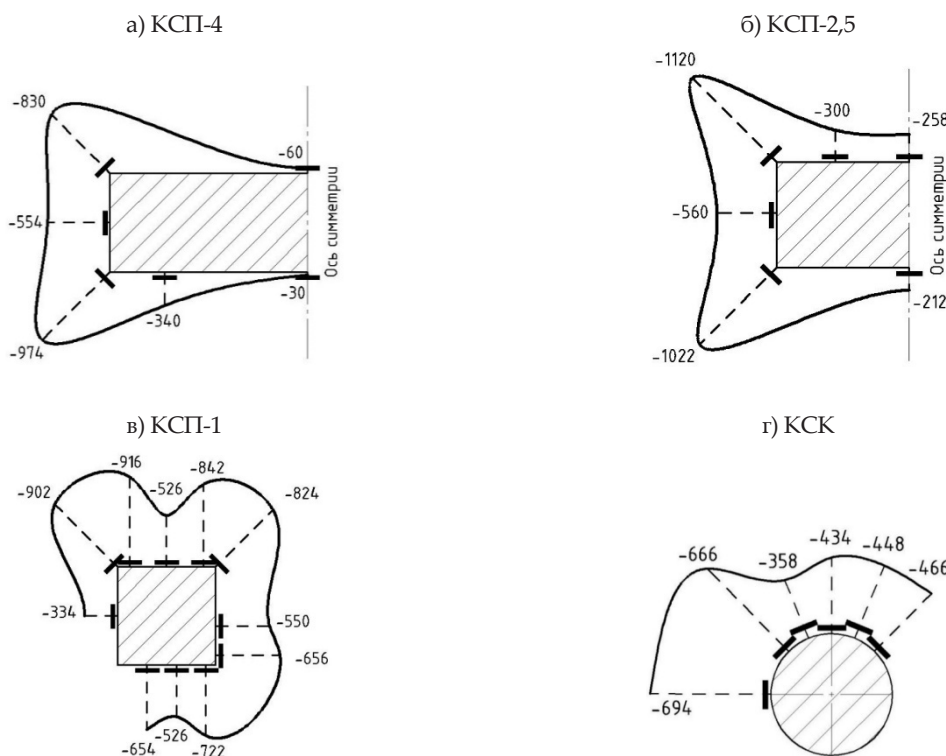


Рис. 8. Эпюры тангенциальных деформаций бетона сжатой грани плиты

и отношения стороны сечения колонны к рабочей высоте сечения плиты c / h_0 на прочность плиты при продавливании предлагается методика, основанная на определении геометрических параметров зоны стеснённых деформаций.

Предложение по учету влияния отношения сторон сечения прямоугольной колонны c_{max} / c_{min}

Примем, что для колонны с квадратным сечением зона стеснённых деформаций плиты ограничивается описанной окружностью, для прямоугольной колонны – описанным эллипсом (рис. 9).

Влияние отношения сторон сечения прямоугольной колонны c_{max} / c_{min} предлагается оценивать отношением полуосей эллипса:

$$\chi = b / a, \tag{1}$$

где a и b – большая и малая полуоси эллипса.

Обозначим стороны колонны прямоугольного сечения:

- C_{min} – меньшая сторона сечения;
- $C_{max} = n \times C_{min}$ – большая сторона сечения колонны.

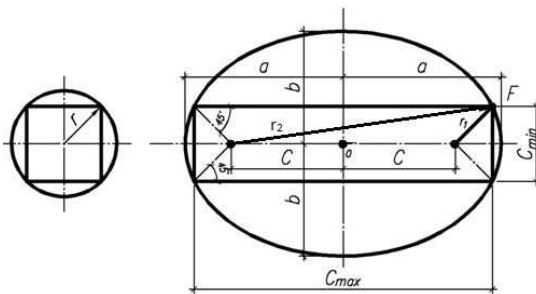


Рис. 9. Зона стеснённых деформаций в плите по периметру колонны

Выразим полуоси эллипса через стороны сечения колонны:

$$a = \frac{C_{min}}{2\sqrt{2}} (1 + \beta). \tag{2}$$

$$b = \frac{C_{min}}{2} (\sqrt{\beta + n}). \tag{3}$$

После преобразований получим коэффициент для учёта влияния отношения сторон сечения колонны на прочность плиты при продавливании:

$$\chi = \frac{b}{a} = \frac{\sqrt{2(\beta + n)}}{1 + \beta}, \tag{4}$$

где $\beta = \sqrt{(2n(n - 1) + 1)}$.

Выражение (4) применимо как для квадратной, так и для прямоугольной колонны. Влияние отношения сторон сечения колонны c_{max} / c_{min} на прочность железобетонной плиты при продавливании предлагается учитывать снижением нормативного значения расчётного контура продавливания u посредством умножения большей стороны сечения колонны C_{max} на коэффициент χ . Скорректированная величина расчётного контура продавливания u_{red} определяется как

$$u_{red} = 2(\chi C_{max} + C_{min}) + 4h_0. \tag{5}$$

Выполним сравнение предлагаемой методики расчета с нормативными методиками по американским (АСИ-318) и европейским (Model Code 2010) нормам проектирования. Для расчета примем отношение $C_{min} / h_0 = 1$. Определим отношение расчётных контуров продавливания u_{red} / u в зависимости от отношения сторон колонны $n = C_{max} / C_{min}$. Результаты выполненного сравнения представлены на рис. 10.

Сравнение графиков на рис. 10 показывает, что рассмотренные методики расчета дают близкие результаты. Так, при отношении сторон $c_{max} / c_{min} = 5$ минимальное значение u_{red} / u , равное 0,7, дает методика АСИ-318; по предлагаемой методике максимальное значение $u_{red} / u = 0,78$. Отметим, что согласно предлагаемой методике снижение величины расчётного контура наблюдается при отношении $c_{max} / c_{min} > 1$, в отличие от АСИ-318, где снижение расчётного контура учитывается при отношении $c_{max} / c_{min} > 2$, или $c_{max} / c_{min} > 3$ для МС 2010, что является чисто эмпирическим подходом.

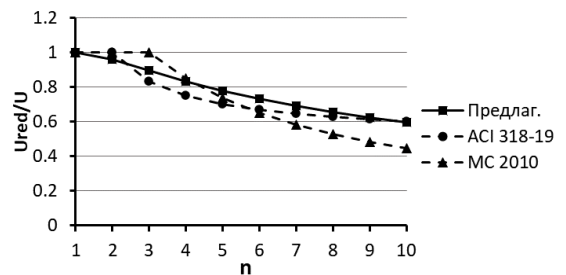


Рис. 10. Зависимость изменения расчётного контура продавливания u_{red} / u от соотношения сторон c_{max} / c_{min} прямоугольной колонны

Предложение по учету влияния отношения стороны сечения колонны к рабочей высоте сечения плиты c / h_0

Учёт влияния отношения стороны сечения колонны к рабочей высоте сечения плиты c / h_0 на прочность плиты при продавливании предлагается выполнять, рассматривая зону стес-

ненных деформаций плиты (сегмент BDF), обусловленную влиянием прямоугольной колонны (рис. 11).

Влияние отношения стороны сечения колонны к рабочей высоте сечения плиты c / h_0 предлагается оценивать в зависимости от площади сегмента эллипса (зона стесненных деформаций) вдоль стороны колонны.

Площадь сегмента эллипса BDF составляет:

$$S_{\text{сер}} = a \times b \times \arccos \frac{y}{b} - xy. \quad (6)$$

Подставив значения переменных для точки F, получим:

$$S_{\text{сер}} = \frac{C_{\text{min}}^2}{4} \left(\sqrt{\frac{\beta + n}{2}} \times (1 + \beta) \times \arccos \frac{1}{\sqrt{\beta + n}} - n \right). \quad (7)$$

Обозначим выражение в скобках как λ_l и окончательно запишем:

$$S_{\text{сер}} = \frac{C_{\text{min}}^2}{4} \times \lambda_l. \quad (8)$$

Рассмотрим сечение «а-а», перпендикулярное грани колонны (см. рис. 11).

Сдерживающее влияние колонны на деформирование плиты вдоль грани колонны в зоне стесненных деформаций предлагается описывать по дуге окружности радиусом $r_i = y_i - C_{\text{min}} / 2$ (рис. 12). Величины r_i и y_i показаны на рис. 11.

Величина r_i является переменной по длине грани колонны C_{max} , поэтому для упрощения расчетов определим среднее значение r_m :

$$r_m = \frac{S_{\text{сер}}}{C_{\text{max}}} = \frac{C_{\text{min}}^2}{4nC_{\text{min}}} \times \lambda_l = \frac{C_{\text{min}}}{4n} \times \lambda_l. \quad (9)$$

Положение радиуса r_m представлено на рис. 13.

Влияние колонны на деформирование плиты в зоне стесненных деформаций предлагается учитывать, рассмотрев условную высоту сечения плиты $h_{\text{усл}}$ на длине $h_0 / 2$ (см. рис. 13).

$$h_{\text{усл}} = h_0 + \Delta h. \quad (10)$$

$$\Delta h = \frac{S_{\text{тр}}}{h_0/2} = \frac{2S_{\text{тр}}}{h_0}, \quad (11)$$

где $S_{\text{тр}}$ – площадь криволинейного треугольника (см. рис. 13).

$$S_{\text{тр}} = r_m^2 - \frac{\pi r_m^2}{4} = r_m^2 \left(1 - \frac{\pi}{4} \right). \quad (12)$$

$$\Delta h = \frac{r_m^2}{h_0} \left(2 - \frac{\pi}{2} \right). \quad (13)$$

Выражение (13) применимо при $r_m \leq h_0 / 2$. Если $r_m > h_0 / 2$, то следует определять площадь криволинейной трапеции (рис. 14).

$$S_{\text{трп}} = r_m^2 - r_m \left(r_m - \frac{h_0}{2} \right) - \frac{r_m^2}{4} (\alpha - \sin \alpha) = r_m^2 \left(\frac{h_0}{2r_m} - \frac{\alpha - \sin \alpha}{4} \right). \quad (14)$$

$$\alpha = 2\varphi = 2 \times \arccos \left(1 - \frac{h_0}{2r_m} \right). \quad (15)$$

Окончательно имеем:

$$\Delta h = \frac{r_m^2}{h_0} \left(\frac{h_0}{r_m} - \frac{\alpha - \sin \alpha}{2} \right). \quad (16)$$

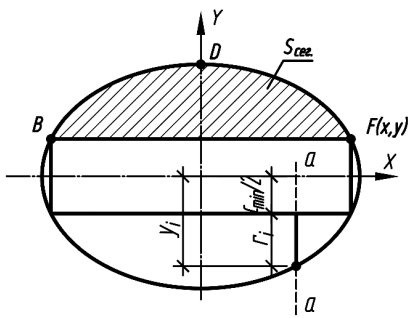


Рис. 11. Зона стесненных деформаций в плите вдоль длинной стороны колонны

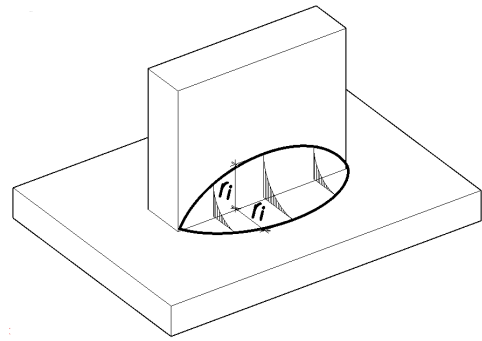


Рис. 12. Учет влияния колонны на ограничение деформаций плиты вдоль длинной стороны колонны

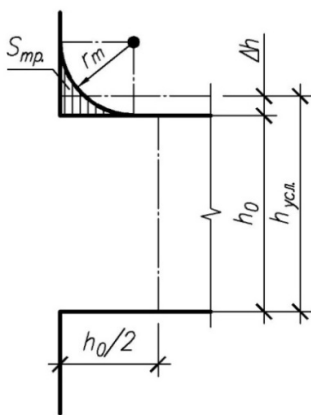


Рис. 13. К определению условной высоты сечения плиты h_{ysl} при $r_m < h_0/2$

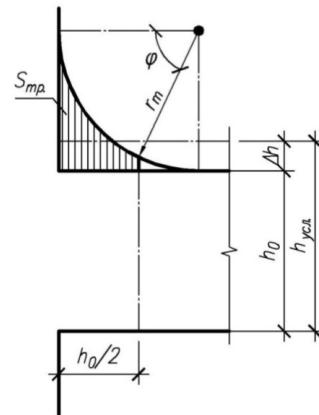


Рис. 14. К определению условной высоты сечения плиты h_{ysl} при $r_m > h_0/2$

Коэффициент K_{ls} , учитывающий влияние отношения стороны сечения колонны C_{max} к рабочей высоте сечения плиты h_0 равен:

– при $r_m \leq h_0/2$

$$K_{ls} = \frac{h_0}{h_{ysl}} = \frac{h_0}{h_0 + \Delta h} = \frac{1}{1 + \frac{r_m^2}{h_0^2} \left(2 - \frac{\pi}{2}\right)} = \frac{1}{1 + \left(\frac{C_{min}\lambda_l}{4nh_0}\right)^2 \left(2 - \frac{\pi}{2}\right)}; \quad (17)$$

– при $r_m > h_0/2$

$$K_{ls} = \frac{h_0}{h_{ysl}} = \frac{1}{1 + \frac{r_m^2}{h_0^2} \left(\frac{h_0}{r_m} - \frac{\alpha - \sin \alpha}{2}\right)} = \frac{1}{1 + \left(\frac{C_{min}\lambda_l}{4nh_0}\right)^2 \left(\frac{4nh_0}{C_{min}\lambda_l} - \frac{\alpha - \sin \alpha}{2}\right)}. \quad (18)$$

Для короткой стороны колонны C_{min} аналогично запишем:

$$S_{cer} = a \times b \times \arccos \frac{x}{a} - xy. \quad (19)$$

$$S_{cer} = \frac{C_{min}^2}{4} \left(\sqrt{\frac{\beta + n}{2}} \times (1 + \beta) \times \arccos \frac{n\sqrt{2}}{1 + \beta} - n \right). \quad (20)$$

Обозначим выражение в скобках как λ_{sh} и окончательно запишем:

$$S_{cer} = \frac{C_{min}^2}{4} \times \lambda_{sh}. \quad (21)$$

$$r_{m,sh} = \frac{S_{cer.}}{C_{min}} = \frac{C_{min}}{4} \times \lambda_{sh}. \quad (22)$$

$$S_{тр.} = r_{m,sh}^2 - \frac{\pi r_{m,sh}^2}{4} = r_{m,sh}^2 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right). \quad (23)$$

$$\Delta h = \frac{S_{тр.}}{h_0/2} = \frac{2S_{тр.}}{h_0} = \frac{r_{m,sh}^2}{h_0} \left(2 - \frac{\pi}{2}\right). \quad (24)$$

Коэффициент $K_{shs'}$ учитывающий влияние отношения стороны сечения колонны C_{min} к рабочей высоте сечения плиты h_0 равен:

$$\begin{aligned} K_{shs} &= \frac{h_0}{h_{ycl.}} = \frac{h_0}{h_0 + \Delta h} = \\ &= \frac{1}{1 + \frac{r_{m,sh}^2}{h_0} \left(2 - \frac{\pi}{2}\right)} = \\ &= \frac{1}{1 + \left(\frac{C_{min}\lambda_{sh}}{4h_0}\right)^2 \left(2 - \frac{\pi}{2}\right)}. \end{aligned} \quad (25)$$

Выполнено сравнение результатов расчета по предлагаемой методике с расчетом по методикам ACI-318 и Model Code 2010 для квадратной колонны ($c_{max} / c_{min} = 1$). Графики отношения расчетных контуров продавливания u_{red} / u в зависимости от отношения стороны колонны к высоте сечения плиты c / h_0 приведены на рис. 15.

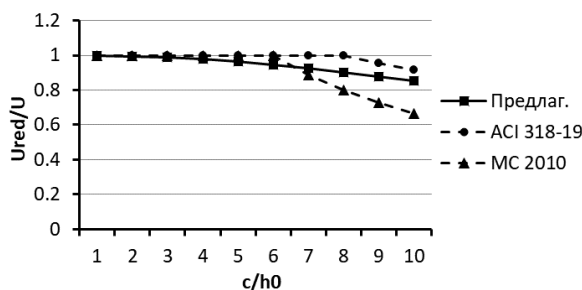


Рис. 15. Зависимость изменения расчетного контура продавливания u_{red} / u от соотношения c / h_0 для квадратной колонны

Кривые, представленные на рис. 15, показывают, что согласно предлагаемой методике снижение величины расчётного контура наблюдается при отношении $c / h_0 > 1$, в отличие от методики Model Code 2010, когда при $c / h_0 < 3$ величина расчётного контура не изменяется и значение $u_{red} / u = 1$. Резкое снижение величины расчётного контура u_{red} / u наблюдается при отношении $c / h_0 > 3$. Подобный характер зависимости наблюдается и для методики, предлагаемой в ACI-318 при $c / h_0 > 4$, что свидетельствует о сугубо эмпирическом характере этих методик.

Анализ экспериментальных данных, опубликованных за рубежом, показал, что точность расчетных зависимостей повышается при учете процента продольного армирования плиты. При небольших значениях процента продольного армирования плиты (0,3–0,7 %) истощение несущей способности плиты может быть достигнуто от действия изгибающего момента в нормальном сечении. При этом величина усилия на площадке нагружения может оказаться значительно меньше, чем усилие, определенное по условию продавливания. Однако если процент продольного армирования плиты более единицы, то его учет благоприятно сказывается на точности расчетных значений, что подтверждается практикой применения норм проектирования Eurocode 2.

Инженерная методика расчета прочности плит на продавливание

Предлагается корректировка п. 8.1.47 расчётной методики СП 63.13330.2018 для расчёта плит на продавливание при действии сосредоточенной силы:

$$F_{b,ult} = R_{bt}A_b \times (100\mu)^{1/3}, \quad (26)$$

$$A_b = u_{red} \cdot h_0, \quad (27)$$

где μ – процент продольного армирования плиты;

u_{red} – скорректированное значение периметра контура расчетного поперечного сечения, определяемое по формуле

$$\begin{aligned} u_{red} &= 2(\chi K_{ls} C_{max} + K_{shs} C_{min}) + 4h_0 = \\ &= 2(\chi K_{ls} n C_{min} + K_{shs} C_{min}) + 4h_0 = \\ &= 2C_{min}(\chi K_{ls} n + K_{shs}) + 4h_0. \end{aligned} \quad (28)$$

Сравнение опытных и расчётных значений прочности железобетонных плит при продавливании, полученных по нормативным методикам СП 63.13330.2018, ACI 318–19, Eurocode 2 и по предлагаемой методике

Для сравнительного анализа рассматривались результаты испытаний четырех образцов настоящего исследования и 71 образца, опубликованные зарубежными авторами [8 – 22]. Сводные данные среднего значения относительной прочности V_{exp} / V_{calc} и значение коэффициента вариации приведены в табл. 4. Среднее значение относительной прочности $V_{exp} / V_{СП}$ для прямоугольных колонн значительно меньше единицы – 0,885 при коэффициенте вариации 0,176, что говорит о систематическом

завышении несущей способности. Корректировка существующей расчётной методики СП 63.13330.2018 согласно предлагаемой методике позволяет добиться среднего значения от-

носительной прочности $V_{exp} / V_{calc} = 1,081$ при коэффициенте вариации 0,126, для колонн прямоугольного сечения $V_{exp} / V_{calc} = 1,086$ при коэффициенте вариации 0,084.

Таблица 4

Сводные данные сравнительного анализа по различным методикам

| Показатель | Относительная прочность | | | |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | СП63 | АСИ | ЕС2 | Авторы |
| | $V_{exp} / V_{СП}$ | $V_{exp} / V_{АСИ}$ | $V_{exp} / V_{ЕС2}$ | V_{exp} / V_{calc} |
| Все образцы | | | | |
| Среднее значение | 1,103 | 1,373 | 1,092 | 1,081 |
| Коэффициент вариации | 0,222 | 0,179 | 0,113 | 0,126 |
| Прямоугольные колонны | | | | |
| Среднее значение | 0,885 | 1,267 | 1,037 | 1,086 |
| Коэффициент вариации | 0,176 | 0,141 | 0,102 | 0,084 |
| Квадратные колонны | | | | |
| Среднее значение | 1,220 | 1,434 | 1,122 | 1,079 |
| Коэффициент вариации | 0,164 | 0,180 | 0,109 | 0,144 |

Выводы. Анализ результатов проведенных испытаний серии опытных образцов, а также статистическая обработка результатов апробации предлагаемой инженерной методики расчета прочности железобетонных плит на продавливание с учётом влияния отношения сторон сечения прямоугольной колонны c_{max} / c_{min} и отношения стороны сечения колонны к рабочей высоте сечения плиты c / h_0 позволяют сделать следующие выводы:

1. С ростом отношения сторон сечения колонны c_{max} / c_{min} уменьшается отношение опытной и расчетной разрушающей нагрузки P_{ult} / F_{calc} (см. табл. 3). Это позволяет сделать вывод, что с ростом отношения c_{max} / c_{min} методика расчета СП 63.13330.2018 имеет тенденцию к переоценке несущей способности плиты и для образца КСП-4 переоценка несущей способности достигает 30 %.

2. Характер распределения тангенциальных деформаций в плите существенно зависит от формы сечения колонны: для образца с колонной круглого сечения тангенциальные деформации сжатой грани плиты по периметру колонны распределены равномерно, а для образцов с квадратным и прямоугольным сечением колонны наблюдается концентрация деформаций возле углов колонны и постепенное уменьшение их интенсивности при удалении от угла колонны. Эта неравномерность распределения тангенциальных деформаций возрастает с ростом отношения сторон сечения колонны c_{max} / c_{min} .

3. При продавливании плит колоннами квадратного сечения результаты расчёта по предложенной инженерной методике и по формулам СП 63.13330.2018 имеют удовлетворительное соответствие. Значение коэффициента вариации, а также среднее значение при расчете по предложенной методике имеют меньшие величины по сравнению с расчетом согласно методике СП 63.13330.2018.

4. При продавливании плит колоннами прямоугольного сечения среднее значение $V_{exp} / V_{СП}$ при расчёте по СП 63.13330.2018 значительно меньше единицы, что говорит о систематическом завышении расчётных значений несущей способности по сравнению с опытными данными. Корректировка расчётной методики СП 63.13330.2018 и расчет по предлагаемой инженерной методике позволяют повысить соответствие опытных и расчетных значений.

5. Статистическая обработка результатов расчетных и опытных значений прочности железобетонных плит при продавливании колоннами квадратного и прямоугольного сечения показала, что предложенная инженерная методика расчета адекватно оценивает особенности напряженно-деформированного состояния плит, продавливаемых колоннами прямоугольного сечения. Показатели среднего значения и коэффициента вариации находятся практически на одном уровне с показателями европейских норм Eurocode 2 и превосходят показатели американских норм АСИ 318.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Muttoni A.* Punching Shear Strength of Reinforced Concrete Slabs without Transverse Reinforcement // *ACI Structural Journal*. 2008. Vol. 105. no. 4. pp. 440–450.
2. *Sagaseta J., Tassinari L., Ruiz M., Muttoni A.* Punching of flat slabs supported on rectangular columns // *Engineering Structures*. 2014. no. 77. pp. 17–33.
3. *Setiawan A., Vollum R. L., Macorini L., Izzuddin B. A.* Punching of RC slabs without transverse reinforcement supported on elongated columns // *Structures*. 2020. Vol. 27. pp. 2048–2068.
4. *Филатов В. Б.* Совершенствование нормативной методики расчета на продавливание плоских железобетонных плит // *Вестник гражданских инженеров*. 2013. № 5 (40). С. 80–84.
5. *Filatov V.* Evaluation of punching shear strength of flat slabs supported on rectangular columns // *E3S Web of Conferences*. Vol. 33. 2018. P. 02007. DOI: 10.1051/e3sconf/20183302007.
6. *Einpaul J., Bujnak J., Ruiz M. F., Muttoni A.* Study on influence of column size and slab slenderness on punching strength // *ACI Structural Journal*. 2016. Vol. 113. no. 1. pp. 135–145.
7. *Sagaseta J., Tassinari L., Ruiz M. F., Muttoni A.* Punching of flat slabs supported on rectangular columns // *Engineering Structures*. 2014. no. 77. pp. 17–33.
8. *Oliveira D. R., Regan P. E., Melo G. S.* Punching resistance of RC slabs with rectangular columns // *Magazine of Concrete Research*. 2004. Vol. 40. no. 3. pp. 123–138.
9. *Birkle G., Dilger W. H.* Influence of slab thickness on punching shear strength // *ACI Structural Journal*. 2008. Vol. 105. no. 2. pp. 180–188.
10. *Borges L. L. J.* Behavior in punching shear of reinforced concrete flat plates with rectangular columns and openings. PhD thesis, University of Brasília. Brasília, Brazil, 2004. 362 p.
11. *Borges L. L. J., Melo G. S., Gomes R. B.* Punching shear of reinforced concrete flat plates with openings // *ACI Structural Journal*. 2013. Vol. 110. no. 4. pp. 547–556.
12. *Elstner R. C., Hognestad E.* Shearing strength of reinforced concrete slabs // *Journal of the ACI, Proceedings*. 1956. Vol. 53. no. 1. pp. 29–58.
13. *Guandalini S., Burdet O., Muttoni A.* Punching tests of slabs with low reinforcement ratios // *ACI Structural Journal*. 2009. Vol. 106. no. 1. pp. 87–95.
14. *Hawkins N. M., Falssen H. B., Hinojosa R. C.* Influence of column rectangularity on the behavior of flat plate structures // *ACI Special Publication*. 1971. Vol. SP-30. no. 6. pp. 127–146.
15. *Leong K. K.* Punching shear strength of slabs with openings and supported on rectangular columns. CSE thesis, Nanyang Technological University. Singapore, 2000. 338 p.
16. *Lips S., Ruiz M. F., Muttoni A.* Experimental investigation on punching strength and deformation capacity of shear-reinforced slabs // *ACI Structural Journal*. 2012. Vol. 109. no. 6. pp. 889–900.
17. *Moraes Neto B. N.* Análise experimental de lajes lisas bidirecionais de concreto armado com estribos inclinados e pilares retangulares sujeitas a punçionamento simétrico belém. Pará. 2007. 109 p.
18. *Oliveira D. R. C.* Análise experimental de lajes cogu cogumelo de concreto armado com pilares retangulares. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003. 214 p.
19. *Regan P. E.* Symmetric punching of reinforced concrete slabs // *Magazine of Concrete Research*. 1986. Vol. 38. no. 136. pp. 115–128.
20. *Teng S., Chanthabouala K., Lim D.T.Y., Hidayat R.* Punching shear strength of slabs and influence of low reinforcement ratio // *ACI Structural Journal*. 2018. Vol. 115. no. 1. pp. 139–150.
21. *Teng S., Cheong H. K., Kuang K. L., Geng J. Z.* Punching shear strength of slabs with openings and supported on rectangular columns // *ACI Structural Journal*. 2004. Vol. 101. no. 5. pp. 678–687.
22. *Tomaszewicz A.* High-Strength Concrete. SP2 – Plates and Shells. Report 2.3 Punching shear capacity of reinforced concrete slabs. Report No. STF70 A93082, SINTEF Structures and Concrete. Trondheim, 1993. 36 p.

REFERENCES

1. *Muttoni A.* Punching Shear Strength of Reinforced Concrete Slabs without Transverse Reinforcement. *ACI Structural Journal*, 2008, vol. 105, no. 4, pp. 440–450.
2. *Sagaseta J., Tassinari L., Ruiz M., Muttoni A.* Punching of flat slabs supported on rectangular columns. *Engineering Structures*, 2014, no. 77, pp. 17–33.
3. *Setiawan A., Vollum R. L., Macorini L., Izzuddin B. A.* Punching of RC slabs without transverse reinforcement supported on elongated columns. *Structures*, 2020, vol. 27, pp. 2048–2068.
4. *Filatov V. B.* Perfecting of Code design procedure for punching of reinforced concrete flat plates. *Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2013, no. 5 (40), pp. 80–84. (in Russian)
5. *Filatov V.* Evaluation of punching shear strength of flat slabs supported on rectangular columns. *E3S Web of Conferences*, 2018, vol. 33, 02007. DOI: 10.1051/e3sconf/20183302007.
6. *Einpaul J., Bujnak J., Ruiz M. F., Muttoni A.* Study on influence of column size and slab slenderness on punching strength. *ACI Structural Journal*, 2016, vol. 113, no. 1, pp. 135–145.
7. *Sagaseta J., Tassinari L., Ruiz M. F., Muttoni A.* Punching of flat slabs supported on rectangular columns. *Engineering Structures*, 2014, no. 77, pp. 17–33.
8. *Oliveira D. R., Regan P. E., Melo G. S.* Punching resistance of RC slabs with rectangular columns. *Magazine of Concrete Research*, 2004, vol. 40, no. 3, pp. 123–138.
9. *Birkle G., Dilger W. H.* Influence of slab thickness on punching shear strength. *ACI Structural Journal*, 2008, vol. 105, no. 2, pp. 180–188.
10. *Borges L. L. J.* Behavior in punching shear of reinforced concrete flat plates with rectangular columns and openings. PhD thesis, University of Brasília. Brasília, Brazil, 2004. 362 p.

11. Borges L. L. J., Melo G. S., Gomes R. B. Punching shear of reinforced concrete flat plates with openings. *ACI Structural Journal*, 2013, vol. 110, no. 4, pp. 547–556.
12. Elstner R. C., Hognestad E. Shearing strength of reinforced concrete slabs. *Journal of the ACI, Proceedings*, 1956, vol. 53, no. 1, pp. 29–58.
13. Guandalini S., Burdet O., Muttoni A. Punching tests of slabs with low reinforcement ratios. *ACI Structural Journal*, 2009, vol. 106, no. 1, pp. 87–95.
14. Hawkins N. M., Falssen H. B., Hinojosa R. C. Influence of column rectangularity on the behavior of flat plate structures. *ACI Special Publication*, 1971, vol. SP-30, no. 6, pp. 127–146.
15. Leong K. K. Punching shear strength of slabs with openings and supported on rectangular columns. CSE thesis, Nanyang Technological University, Singapore, 2000. 338 p.
16. Lips S., Ruiz M. F., Muttoni A. Experimental investigation on punching strength and deformation capacity of shear-reinforced slabs. *ACI Structural Journal*, 2012, vol. 109, no. 6, pp. 889–900.
17. Moraes Neto B. N. Análise experimental de lajes lisas bidirecionais de concreto armado com estribos inclinados e pilares retangulares sujeitas a punçionamento simétrico belém. Pará, 2007. 109 p.
18. Oliveira D. R. C. Análise experimental de lajes cogu cogumelo de concreto armado com pilares retangulares. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003. 214 p.
19. Regan P. E. Symmetric punching of reinforced concrete slabs. *Magazine of Concrete Research*, 1986, vol. 38, no. 136, pp. 115–128.
20. Teng S., Chanthabouala K., Lim D.T.Y., Hidayat R. Punching shear strength of slabs and influence of low reinforcement ratio. *ACI Structural Journal*, 2018, vol. 115, no. 1, pp. 139–150.
21. Teng S., Cheong H. K., Kuang K. L., Geng J. Z. Punching shear strength of slabs with openings and supported on rectangular columns. *ACI Structural Journal*, 2004, vol. 101, no. 5, pp. 678–687.
22. Tomaszewicz A. High-Strength Concrete. SP2 – Plates and Shells. Report 2.3 Punching shear capacity of reinforced concrete slabs. Report No. STF70 A93082, SINTEF Structures and Concrete. Trondheim, 1993. 36 p.

Об авторах:

ФИЛАТОВ Валерий Борисович

кандидат технических наук, доцент, профессор
кафедры железобетонных конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: vb_filatov@mail.ru

FILATOV Valery B.

PhD in Engineering Science, Associate Professor,
Professor of the Reinforced Concrete Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: vb_filatov@mail.ru

ГАЛЮТДИНОВ Зульфат Шавкатович

аспирант кафедры железобетонных конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: Zulfat.Sh.G@mail.ru

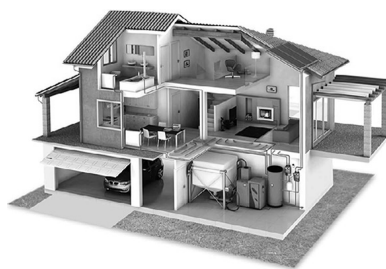
GALYAUDINOV Zulfat Sh.

Postgraduate Student of the Reinforced Concrete
Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: Zulfat.Sh.G@mail.ru

Для цитирования: Филатов В.Б., Галютдинов З.Ш. Экспериментальное исследование и методика расчета прочности железобетонных плит при продавливании // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 53–65. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.7.

For citation: Filatov V.B., Galyautdinov Z.Sh. Experimental Study and Methodology for Calculating the Punching Shear Strength of Reinforced Concrete Slabs. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 53–65. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.7.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ



УДК 699.86

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.8

Ю. С. ВЫТЧИКОВ
А. Ю. ВЫТЧИКОВ
М. Е. САПАРЁВ
А. А. ЧУЛКОВ

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА РАСХОДА ТЕПЛА НА ОТОПЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

FEATURES OF CALCULATION OF HEAT CONSUMPTION
FOR HEATING ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

В связи с реализацией программы энергосбережения в строительстве существенно повысились нормативные требования по теплозащите ограждающих конструкций, что привело к строительству энергоэффективных зданий, обладающих незначительным энергопотреблением. В статье представлены результаты теплотехнического расчета 8-этажного жилого здания, строящегося в Самаре. Наружные стены первых двух этажей утеплены фасадной системой, верхних этажей – выполнены в виде колодезной кладки, в качестве утеплителя которой запроектирована тепловая изоляция в виде кассеты из трех листов пенофола, смонтированных на деревянном каркасе. Произведена оценка энергетической эффективности указанного здания и осуществлен анализ влияния приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены на величину удельного расхода тепла на отопление здания, а также повышенных теплопотерь в оконных откосах на энергозатраты в жилом здании.

Ключевые слова: энергосбережение, тепловые потери, удельный расход тепловой энергии, энергетическая эффективность

При проектировании систем отопления теплопотери ограждающими конструкциями, как правило, оцениваются по величине сопротивления теплопередаче гладки стены. При этом не учитываются дополнительные теплопотери на оконных откосах, наружных углах здания, а также в местах расположения теплопроводных включений.

In connection with the implementation of the energy saving program in construction, the regulatory requirements for thermal protection of enclosing structures have significantly increased, which has led to the construction of energy efficient buildings with low energy consumption. The article presents the results of the heat engineering calculation of an 8-storey residential building under construction in the city of Samara. The outer walls of the first two floors are insulated with a facade system, the upper floors are made in the form of well masonry, as a heater for which thermal insulation is designed in the form of a cassette of three sheets of foam foam, mounted on a wooden frame. An assessment of the energy efficiency of the above-mentioned building was made and an analysis was made of the influence of the reduced resistance to heat transfer of the outer wall on the value of the specific heat consumption for heating the building, as well as increased heat loss in window slopes on the energy consumption in a residential building.

Keywords: energy saving, heat losses, specific heat consumption, energy efficiency

При проведении теплотехнического расчета строительных ограждающих конструкций указанные выше теплопотери необходимо учитывать путем введения коэффициента теплотехнической однородности r , значение которого находится в интервале $0,75 \leq r \leq 1$.

Для определения величины r можно использовать рекомендации, приведенные в СТО

00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций. РОИС». Данные по коэффициенту теплотехнической однородности, приведенные в указанном стандарте, логично использовать лишь при предварительном расчете ограждающих конструкций. Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», коэффициент теплотехнической однородности следует определять по температурным полям, полученным экспериментальным или расчетным путем. Вопросам совершенствования методики теплотехнического расчета энергоэффективных зданий посвящены работы [1–3]. Расчет температурных полей рекомендуется выполнять с помощью специализированной программы THERM 7.6, базирующейся на использовании метода конечных элементов.

Оценка влияния теплофизических характеристик строительных ограждающих конструкций на расход тепловой энергии была выполнена при разработке проекта на строительство 8-этажного жилого дома в Самаре.

Наружные стены на первых двух этажах по проекту выполнены из силикатного кирпича толщиной 0,64 м. Утепление стен наружное с использованием пенополистирола толщиной 0,11 м в качестве теплоизоляционного материала. Снаружи утеплитель защищен штукатуркой, выполненной цементно-песчаным раствором толщиной 0,03 м.

Колодцевая кладка наружных стен с 3 по 8 этажи выполнялась комбинированной. Из-

нутри она выполнена из силикатного кирпича толщиной 0,51 м, снаружи – из керамического кирпича толщиной 0,13 м. Перевязка через 5 рядов выполнена силикатным кирпичом толщиной 0,38 м и керамическим кирпичом толщиной 0,25 м. В воздушном зазоре толщиной 0,04 м установлена кассета, выполненная из трех листов пенофола толщиной 4 мм, защищенных алюминиевой фольгой. Листы пенофола монтируются на деревянном каркасе и играют роль тепловых экранов.

Покрытие выполнено из железобетонных пустотных плит толщиной 0,22 м, утеплено жесткими плитами из штапельного стекловолокна URSA П-75. По утеплителю проектом предусмотрена стяжка из керамзитобетона толщиной 0,1 м и цементно-песчаного раствора толщиной 0,02 м. Кровельная часть покрытия выполнена из трех слоев изоплоста, в том числе изоплоста с крупнозернистой насыпкой.

Подвал под жилым домом отапливаемый. В жилых помещениях предусмотрена установка оконных блоков в деревянных переплетах.

Теплотехнические расчеты строительных ограждающих конструкций выполнялись по методике, изложенной в СП 50.13330.2012, а расчеты влажностного режима – с помощью метода безразмерных характеристик [4].

Результаты теплотехнического расчета ограждающих конструкций приведены в таблице.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций

| Тип ограждающей конструкции | Базовое значение сопротивления теплопередаче R_0^{mp} , (м ² ·°С)/Вт | Фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче R_0^{np} , (м ² ·°С)/Вт |
|--|---|--|
| Фрагмент наружной стены 1–2-го этажей (исполнение 1) | 3,19 | 2,895 |
| Фрагмент наружной стены 3–8-го этажей (исполнение 2) | 3,19 | 2,255 |
| Оконные блоки | 0,53 | 0,59 |
| Покрытие | 4,76 | 4,89 |

Из указанных в таблице данных можно сделать вывод, что наружные стены не удовлетворяют условию энергосбережения по значению приведенного сопротивления теплопередаче. Поэтому энергетическая эффективность оценивалась по величине удельного расхода тепла на отопление здания. В работах [5–7] представлены мероприятия, направленные на снижение расхода тепла на отопление зданий.

Минимальный нормируемый уровень теплозащиты ограждающих конструкций определяется согласно СП 50.13330.2012 по формуле

$$R_0^{norm} = m_p \times R_0^{mp}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°С/Вт)}, \quad (1)$$

где R_0^{mp} – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче, (м²·°С/Вт), принимаемое по величине градусо-сутки отопительного периода; m_p – районный коэффициент, принимаемый для наружных стен не менее 0,63.

С учетом данных таблицы нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче составило 2,0 (м²·°С/Вт). Следовательно, наружные стены удовлетворяют нормативным требованиям по теплозащите.

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания в холодный и переходный периоды года определялся по формуле

$$q_h^y = 10^3 \times Q_h^y / (A_h \times D_d), \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{сут}), \quad (2)$$

где Q_h^y – годовой расход тепла на отопление здания, МДж; A_h – отапливаемая площадь здания, м²; D_d – количество градусо-суток отопительного периода, °C·сут.

Для определения потребности в теплоте на отопление здания были рассчитаны потери теплоты через ограждающие конструкции помещений. Расчет выполнен в соответствии с методикой, изложенной в СП 60.133030.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Расчет показал следующее:

- расчетные трансмиссионные теплотопотери здания составляют 240891 Вт;
- расход теплоты на нагрев вентиляционного воздуха в жилой части здания из расчета 3 м³/ч на 1 м² площади жилых помещений и кухня – 228200 Вт;
- расход теплоты на нагрев вентиляционного воздуха общественных помещений первого этажа – 29260 Вт;
- бытовые тепловыделения в жилой части здания – 45420 Вт.

Таким образом, максимальный расчетный часовой расход теплоты составил 452931 Вт. Отапливаемая площадь здания принималась как суммарная площадь этажей здания, измеряемая в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площадь лестничных клеток и лифтовых шахт, и составляет 9390 м².

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания равен $q_h^y = 83,4$ кДж/(м²·°C·сут).

Проектируемое здание жилого дома при подключении его системы отопления к автономной котельной имеет, согласно СП 50.13330.2012, категорию энергоэффективности – «повышенную». Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания составил 83,4 кДж/(м²·°C·сут), что ниже требуемого удельного расхода тепловой энергии системой отопления проектируемого здания при подключении его к автономной крышной или модульной котельной на газе (126 кДж/(м²·°C·сут)).

Для оценки влияния теплофизических характеристик наружных стен на энергетическую эффективность проектируемого здания был выполнен расчет теплопотерь без учета влияния оконных откосов, наружных углов и теплопроводных включений на значение приведенного сопротивления теплопередаче, т. е. расчет проводился для гладких наружных стен.

Расчетные трансмиссионные теплотопотери здания составили 201720 Вт.

Максимальный расчетный часовой расход теплоты – 413760 Вт. Таким образом, можно сделать вывод, что учет влияния оконных откосов, наружных углов, теплопроводных включений приводит:

- к сокращению трансмиссионных теплотопотерь на 16 %;
- к уменьшению расхода тепла на отопление проектируемого жилого здания на 10 %.

Далее на примере рассматриваемого 8-этажного жилого дома проводилось исследование влияния приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружной стены на трансмиссионные теплотопотери через ограждающие конструкции и на максимальный расчетный часовой расход теплоты. Для различных приведенных сопротивлений теплопередаче наружных стен, находящихся в диапазоне значений от 1 до 4 (м²·°C·сут)/Вт, определялись трансмиссионные теплотопотери через ограждающие конструкции. Производилась оценка влияния трансмиссионных теплотопотерь через наружные стены, оконные откосы, окна и теплотопотерь на нагрев инфильтрующегося воздуха на максимальный расчетный часовой расход теплоты, при различных значениях сопротивления теплопередаче наружных стен.

На рис. 1 представлена зависимость трансмиссионных теплотопотерь через наружные стены, включая оконные откосы, и максимального расчетного часового расхода теплоты от приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружной стены.

Из представленных данных на рис. 1 можно сделать вывод, что с увеличением значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен от 1 до 2 (м²·°C)/Вт трансмиссионные теплотопотери через наружные стены уменьшаются в два раза, максимальный расход тепла на отопление здания – в 1,33 раза. Дальнейшее увеличение $R_{отп}$ до значения 3,19 (м²·°C)/Вт приводит к уменьшению максимального расхода тепла в 1,46 раза. Следовательно, увеличить приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены выше значения, соответствующего второму этапу энергосбережения, нерационально, так как при этом резко увеличивается стоимость строительства.

Далее на рис. 2 показано соотношение относительных долей (трансмиссионных теплотопотерь через наружные стены, включая оконные откосы, окна, и теплотопотерь на нагрев инфильтрующегося воздуха) в максимальном расчетном часовом расходе теплоты при изменении приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены.

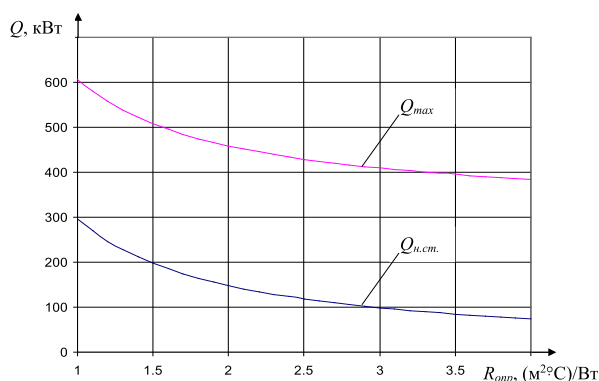


Рис. 1. Зависимость трансмиссионных теплотерь через наружные стены и максимального расчетного часового расхода теплоты от приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены: $Q_{n.ct}$ – трансмиссионные теплотери через наружные стены и оконные откосы, кВт; Q_{max} – максимальный расчетный часовой расход теплоты, кВт

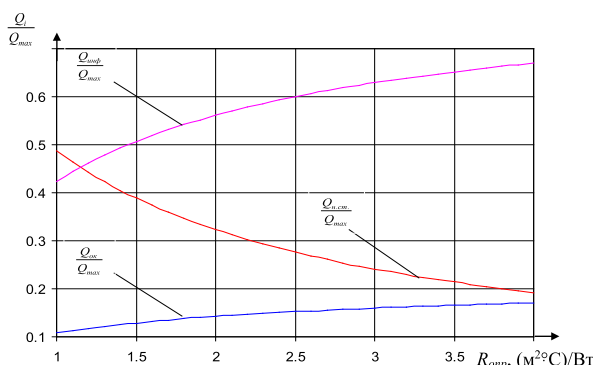


Рис. 2. Зависимость относительных долей $Q_{n.ct}/Q_{max}$, $Q_{ок}/Q_{max}$, $Q_{инф}/Q_{max}$ от приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены: $Q_{n.ct}/Q_{max}$ – доля трансмиссионных теплотерь через наружные стены и оконные откосы; $Q_{ок}/Q_{max}$ – доля трансмиссионных теплотерь через оконные конструкции; $Q_{инф}/Q_{max}$ – доля теплотерь на нагрев инфильтрирующегося воздуха

Сравнительный анализ вклада различных видов теплотерь, приведенный на рис. 2, показывает, что с увеличением R_{opp} наружных стен увеличивается относительная доля теплотерь на нагрев инфильтрирующегося воздуха и теплотерь через оконные конструкции.

Однако расчетные теплотери на нагрев инфильтрирующегося воздуха уменьшить нельзя, так как они продиктованы санитарными нормами. При этом фактические теплотери необходимо уменьшить до расчетных, используя герметичные окна и оконные откосы. Единственным реальным способом дальнейшего сокращения теплотерь является использование энергоэффективных светопрозрачных

конструкций, обладающих повышенным сопротивлением теплопередаче.

Результатом проведенных исследований является оценка энергетической эффективности зданий, определяемая расчетным значением удельного расхода тепловой энергии на отопление здания.

На рис. 3 приведена зависимость удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены.

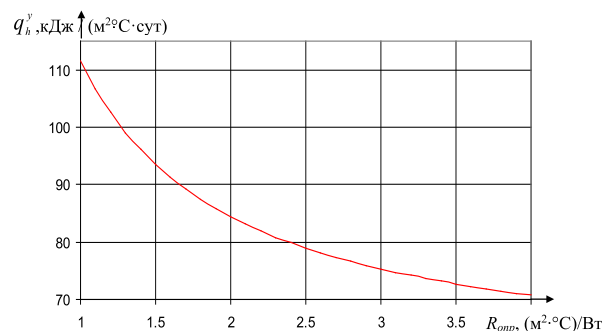


Рис. 3. Зависимость удельного расхода тепловой энергии на отопление здания от приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены

Характер изменения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания, представленный на рис. 3, соответствует изменению максимального расхода тепла на отопление здания.

Выводы. Анализ удельных потерь на отопление через гладь наружной стены показал, что увеличение её приведенного сопротивления теплопередаче выше нормативного значения, представленного в СП 50.13330 «Тепловая защита зданий», нецелесообразно. Дополнительным мероприятием по повышению энергоэффективности здания в этом случае является увеличение теплозащитных характеристик светопрозрачных ограждающих конструкций. Результаты проведенного исследования необходимо учитывать при проектировании систем отопления зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочев А.Г., Сергиенко А.С. Решение задачи по расчету температурных полей оконных откосов зданий // Российский научный журнал. 2015. № 3(46). С. 285–289.
2. Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления зданий // Жилищное строительство. 2014. № 6. С. 3–7.
3. Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Применение методики учета теплотехнических неоднородностей

ограждающих конструкций из актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита» для расчета нагрузки на системы отопления и охлаждения зданий // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. 2015. № 2. С.10–14.

4. Выхчиков Ю.С., Сапарев М.Е. Применение метода безразмерных характеристик к расчету влажностного режима многослойных строительных ограждающих конструкций // Градостроительство и архитектура. 2020. № 2(39). С.10–15. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.2.

5. Неклюдов А.Ю. Расчет характеристик энергопотребления здания при определении трансмиссионных тепловых потерь // Жилищное строительство. 2016. № 7. С. 11–14.

6. Матросов Ю.А., Бутовский И.Н. Стратегия по нормированию теплозащиты зданий с эффективным использованием энергии // Жилищное строительство. 1999. № 1. С. 3–8.

7. Выхчиков Ю.С., Чулков А.А., Голиков В.А. Уточненная методика расчета натопа в помещениях зданий при прерывистом отоплении // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, no. 2. С. 9–14. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.02.

6. Matrosov Yu.A., Butovsky I.N. Strategy for the regulation of thermal protection of buildings with efficient use of energy. *ZHilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 1999, no. 1, pp. 3–8. (in Russian)

7. Vytchikov Yu.S., Chulkov A.A., Golikov V.A. An Updated Method for Heating Calculating in Buildings with Intermittent Heating. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 2, Pp. 9–14. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.02.

REFERENCES

1. Kochev A.G., Sergienko A.S. Solving the problem of calculating the temperature fields of window slopes of buildings. *Rossiyskiy nauchnyy zhurnal* [Russian Scientific Journal], 2015, no. 3 (46), pp. 285–289. (in Russian)

2. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu. Consideration of heat engineering inhomogeneities of fences when determining the heat load on the heating system of buildings. *ZHilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2014, no. 6, pp. C. 3–7. (in Russian)

3. Gagarin V.G., Neklyudov A.Yu. Application of the methodology for accounting for heat engineering inhomogeneities of enclosing structures from the updated edition of SNiP “Thermal Protection” for calculating the load on heating and cooling systems of buildings. *Inzhenernye sistemy. AVOK Severo-Zapad* [Engineering systems. AVOK North-West], 2015, no. 2, pp.10–14. (in Russian)

4. Vytchikov Yu.S., Saparev M.E. Application of the method of dimensional characteristics to the calculation of the humidity mode of multi-layered enclosing building structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, no. 2(39), pp.10–15. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.2.

5. Neklyudov A.Yu. Calculation of the characteristics of the energy consumption of a building when determining transmission heat losses. *ZHilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2016, no. 7, pp. 11–14. (in Russian)

Об авторах:

ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович

кандидат технических наук, доцент, профессор
кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: git.2008@mail.ru

ВЫТЧИКОВ Алексей Юрьевич

старший научный сотрудник Центра
энергосбережения в строительстве
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: git.2008@mail.ru

САПАРЁВ Михаил Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент кафедры
теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: msx072007@yandex.ru

ЧУЛКОВ Александр Анатольевич

инженер Центра энергосбережения в строительстве
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
e-mail: ch_aleks01@mail.ru

VYTCHEKOV Yuri S.

PhD in Engineering Science, Associate Professor, Professor
of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: git.2008@mail.ru

VYTCHEKOV Alexey Yr.

Senior Researcher at the Center for Energy Saving
in Construction
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: git.2008@mail.ru

SAPAREV Mikhail E.

PhD in Engineering Science, Associate Professor
of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: msx072007@yandex.ru

CHULKOV Alexander A.

Engineer of the Center for Energy Saving in Construction
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: ch_aleks01@mail.ru

Для цитирования: Вытчиков Ю.С., Вытчиков А.Ю., Сапарёв М.Е., Чулков А.А. Особенности расчета расхода тепла на отопление энергоэффективных зданий // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 66–71. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.8.

For citation: Vytchikov Yu.S., Vytchikov A.Yu., Saparev M.E., Chulkov A.A. Features of Calculation of Heat Consumption for Heating Energy-Efficient Buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 66–71. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.8.

Ю. С. ВЫТЧИКОВ
М. Е. САПАРЁВ
И. Г. БЕЛЯКОВ

ОЦЕНКА ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОИТЕЛЬНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ГОСТИНИЦЫ МУЖСКОГО МОНАСТЫРЯ

ASSESSMENT OF HEAT PROTECTION CHARACTERISTICS OF BUILDING ENCLOSING STRUCTURES OF THE BUILDING OF THE MEN'S MONASTERY

Представлены результаты тепловизионного исследования и теплотехнического расчёта строительных ограждающих конструкций здания гостиницы мужского монастыря в селе Винновка Ставропольского района Самарской области. Обследование проводилось с целью установления причин пониженных температур в помещениях гостиницы. Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» нормативы по энергосбережению в строительстве не распространяются на культовые здания. Уровень теплозащиты указанных выше зданий определяется обеспечением современных санитарно-гигиенических норм. На основании компьютерного моделирования температурных полей в наружных стенах, выполненных в виде колодезной кладки с применением полистиролбетона в качестве утеплителя, было установлено, что по значению приведенного сопротивления теплопередаче они соответствуют нормативным требованиям. Фактические значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, полученные по результатам тепловизионного обследования, в нижней части наружных стен в отдельных помещениях оказались существенно ниже нормативных, что приводит к повышенным теплопотерям и, как следствие, к охлаждению внутреннего воздуха. Установлены причины пониженных температур воздуха в помещениях гостиницы и разработаны рекомендации по устранению указанных выше дефектов.

Ключевые слова: тепловой режим, ограждающая конструкция, теплопотери, сопротивление теплопередаче, тепловизионное обследование

Обследование строительных ограждающих конструкций проводилось сотрудниками центра «Энергосбережение в строительстве» СамГТУ с целью установления причин пониженных температур внутреннего воздуха, а также выпадения конденсата на внутренних поверхностях оконных откосов и наружных стен. Для выявления причин указанных выше дефектов

The article presents the results of a thermal imaging study and thermal engineering calculation of the building enclosing structures of the monastery hotel building in the village of Vinnovka, Stavropol district, Samara region. The survey was conducted in order to determine the causes of low temperatures in the hotel premises. According to SP 50.13330.2012 "Thermal protection of buildings", energy saving standards in construction do not apply to religious buildings. The level of thermal protection of the above buildings is determined by the provision of modern sanitary and hygienic standards. Based on computer simulation of temperature fields in the outer walls, made in the form of well masonry with the use of polystyrene concrete as insulation, it was found that the value of the reduced resistance to heat transfer they meet regulatory requirements. The actual values of the reduced resistance to heat transfer of the exterior walls, obtained by the results of thermal imaging examination, in the lower part of the exterior walls in individual rooms were significantly lower than the standard ones, which leads to increased heat loss and, as a consequence, to cooling of the indoor air. The reasons for the lowered air temperatures in the hotel premises have been established and recommendations have been developed to eliminate the above-mentioned defects.

Keywords: thermal regime, enclosing structure, heat loss, heat transfer resistance, thermal imaging examination

был выполнен теплофизический расчёт колодезной кладки наружных стен с применением полистиролбетона в качестве утеплителя. Перспективы и область применения полистиролбетона представлены в работах [1, 2]. Структура и свойства полистиролбетонов, применяемых в современном строительстве, описаны в работах [3–6]. Вопросы, связанные с повышением

энергоэффективности реконструируемых зданий и сооружений при использовании легких бетонов, рассмотрены в работах [8, 9].

Наружная и внутренняя верста кладки согласно проекту выполнена из глиняного кирпича толщиной 120 и 300 мм соответственно. Наружные стены с внутренней и наружной сторон оштукатурены цементно-песчаным раствором толщиной 20 мм.

На рис. 1 представлен фрагмент колодцевой кладки.

Состав наружной стены показан в табл. 1.

Расчётное значение приведенного сопротивления теплопередаче было определено по методике, представленной в [10].

Температурное поле в рассматриваемой колодцевой кладке является трехмерным, выполнить расчёт которого аналитическими методами не представляется возможным.

Согласно [11] приведенное термическое сопротивление неоднородной облегченной клад-

ки с теплоизоляционным слоем определялось по формуле

$$R_{кпр} = \frac{R_a + 2R_\delta}{3}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}, \quad (1)$$

где R_a – термическое сопротивление стены в плоскости, параллельной направлению теплового потока, (м²·°C)/Вт; R_δ – термическое сопротивление стены в плоскости, перпендикулярной направлению теплового потока, (м²·°C)/Вт.

Термическое сопротивление колодцевой кладки в направлении, параллельном тепловому потоку, определялось для двух характерных сечений (А-А; Б-Б) по формуле

$$R_a = \frac{F_{A-A} + F_{B-B}}{F_{A-A} + \frac{F_{B-B}}{R_{B-B}}}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}. \quad (2)$$

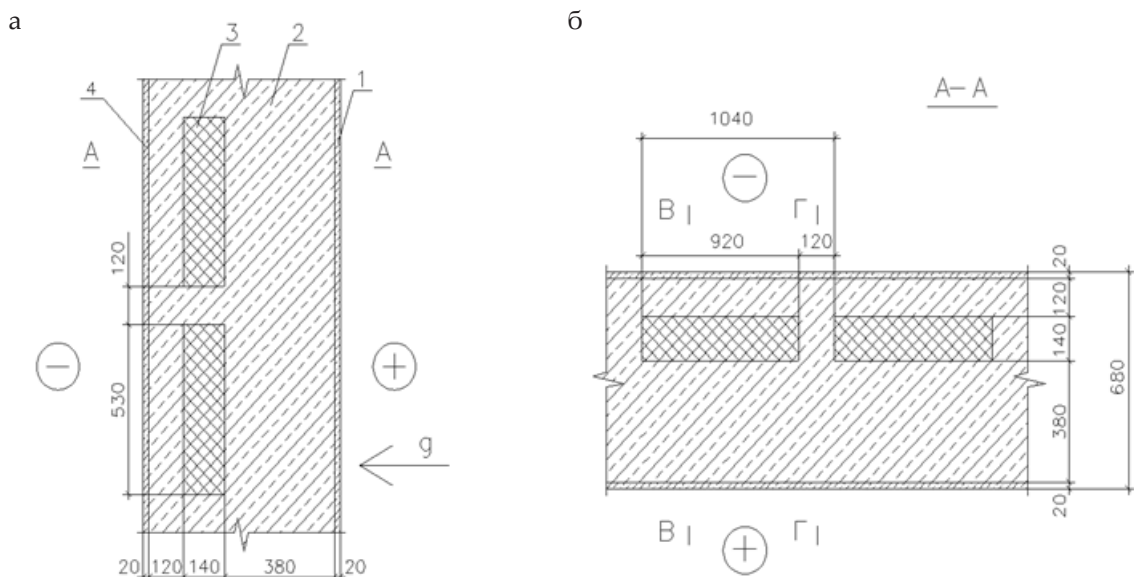


Рис. 1. Фрагмент наружной стены: а – сечение по стене; б – план кладки

Состав наружной стены

Таблица 1

| Наименование | Толщина δ , м | Плотность γ , кг/м ³ | Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C) | Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па) |
|---|----------------------|--|--|---|
| Цементно-песчаный раствор | 0,02 | 1800 | 0,76 | 0,090 |
| Кладка из кирпича глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчаном растворе | 0,38 | 1800 | 0,70 | 0,110 |
| Полистиролбетон | 0,14 | 600 | 0,175 | 0,068 |
| Цементно-песчаный раствор | 0,02 | 1800 | 0,76 | 0,090 |

Термическое сопротивление R_{A-A} было определено по двумерному температурному полю с помощью программы THERM 7.6 по методике, приведенной в [10].

Температурные поля представлены на рис. 2 и 3.

$$R_A = \frac{\tau_{вср} - \tau_{нсп}}{q_{расч}}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}, \quad (3)$$

где $\tau_{вср}$, $\tau_{нсп}$ – средняя температура внутренней и наружной поверхности стены соответственно, °C; $q_{расч}$ – величина теплового потока, Вт/м²:

$$q_{расч} = \alpha_v (\tau_v - \tau_{вср}). \quad (4)$$

Величина R_{A-A} составила 1,43 (м²·°C)/Вт.

Термическое сопротивление $R_{Б-Б}$ определялось аналогичным путем по формуле

$$R_{Б-Б} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}. \quad (5)$$

$$R_{Б-Б} = \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,04}{0,70} + \frac{0,02}{0,76} =$$

$$= 0,0263 + 0,914 + 0,0263 = 0,963 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

$$F_{A-A} = 0,53 \cdot 1 = 0,53 \text{ м}^2; F_{Б-Б} = 0,12 \cdot 1 = 0,12 \text{ м}^2.$$

$$R_a = \frac{0,53 + 0,12}{\frac{0,53}{1,43} + \frac{0,12}{0,963}} =$$

$$= \frac{0,65}{0,3706 + 0,1246} = 1,313 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Аналогичным образом рассчитывалось термическое сопротивление стены R_{σ} (м²·°C)/Вт, в направлении, перпендикулярном движению теплового потока для двух характерных сечений (В-В, Г-Г) (см. рис. 1).

$$R_{\sigma} = \frac{F_{Б-Б} + F_{Г-Г}}{\frac{F_{Б-Б}}{R_{Б-Б}} + \frac{F_{Г-Г}}{R_{Г-Г}}}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}. \quad (6)$$

Термическое сопротивление $R_{Б-Б}$ по результатам расчета температурных полей составило 1,353 (м²·°C)/Вт.

$$R_{Г-Г} = 0,963 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$F_{Б-Б} = 0,92 \cdot 1 = 0,92 \text{ м}^2; F_{Г-Г} = 0,12 \cdot 1 = 0,12 \text{ м}^2.$$

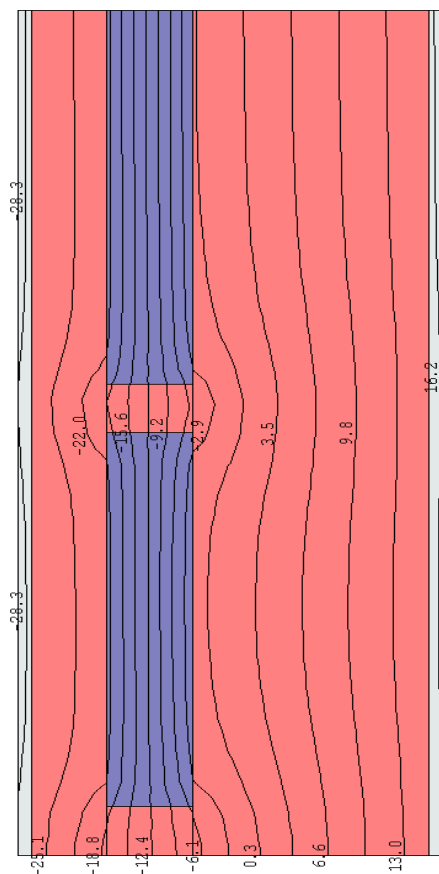


Рис. 2. Температурное поле в вертикальном сечении наружной стены

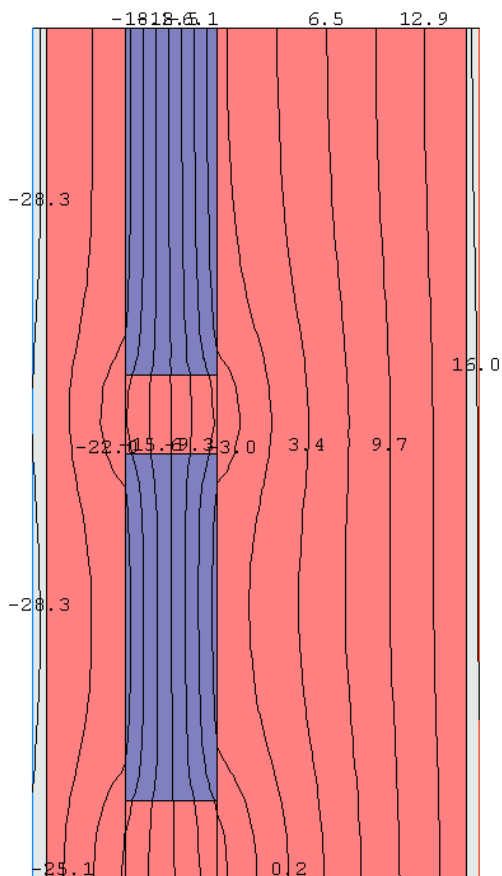


Рис. 3. Температурное поле в горизонтальном сечении наружной стены

$$R_{\sigma} = \frac{0,92 + 0,12}{\frac{0,92}{1,353} + \frac{0,12}{0,963}} =$$

$$= \frac{1,04}{0,68 + 0,1246} = 1,293 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_{\kappa_{np}} = \frac{1,313 + 2 \cdot 1,293}{3} = 1,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены составило:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + R_{\kappa_{np}} + \frac{1}{\alpha_{ni}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + 1,3 + \frac{1}{23} = 1,46 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Полученное расчетное значение сопротивления теплопередаче оказалось выше нормативного, исходя из санитарно-гигиенических условий, т. е.

$$R_0 > R_{01}^{mp}; 1,46 > 1,437 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

$$R_0 > R_{02}^{mp}; 1,46 < 2,0 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Тепловизионное обследование строительных ограждающих конструкций проводилось при температуре наружного воздуха $t_n = -6,5 \text{ °C}$.

Общий вид с высоты полета архиерейского подворья в честь Казанской иконы Божьей Матери в с. Винновка Ставропольского района

Самарской области представлен на рис. 4. На рис. 5, 6 приведены планы первого и второго этажей гостиницы соответственно.

Обследование фасадов здания гостиницы проводилось с помощью тепловизора Thermo CAM B2.

Общие теплопотери строительными ограждающими конструкциями определялись по результатам тепловизионного обследования по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n \bar{q}_i F_i, \text{ Вт,} \quad (7)$$

где F_i – площадь термически однородной зоны на фасаде, м²; q_i – средняя величина удельного теплового потока, равная

$$\bar{q}_i = \alpha_{ni} (\bar{\tau}_{ni} - t_e), \text{ Вт/м}^2, \quad (8)$$

где $\bar{\tau}_{ni}$ – средняя температура наружной поверхности на рассматриваемом участке фасада, °C.

Согласно ГОСТ 26254-84, сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций рассчитывалось по формуле

$$R_0 = \frac{t_e - t_n}{q_i}, \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.} \quad (9)$$

Результаты тепловизионного обследования фасадов здания гостиницы приведены в техническом заключении в виде фотоснимков и термограмм.



Рис. 4. Вид с высоты полета на архиерейское подворье в с. Винновка

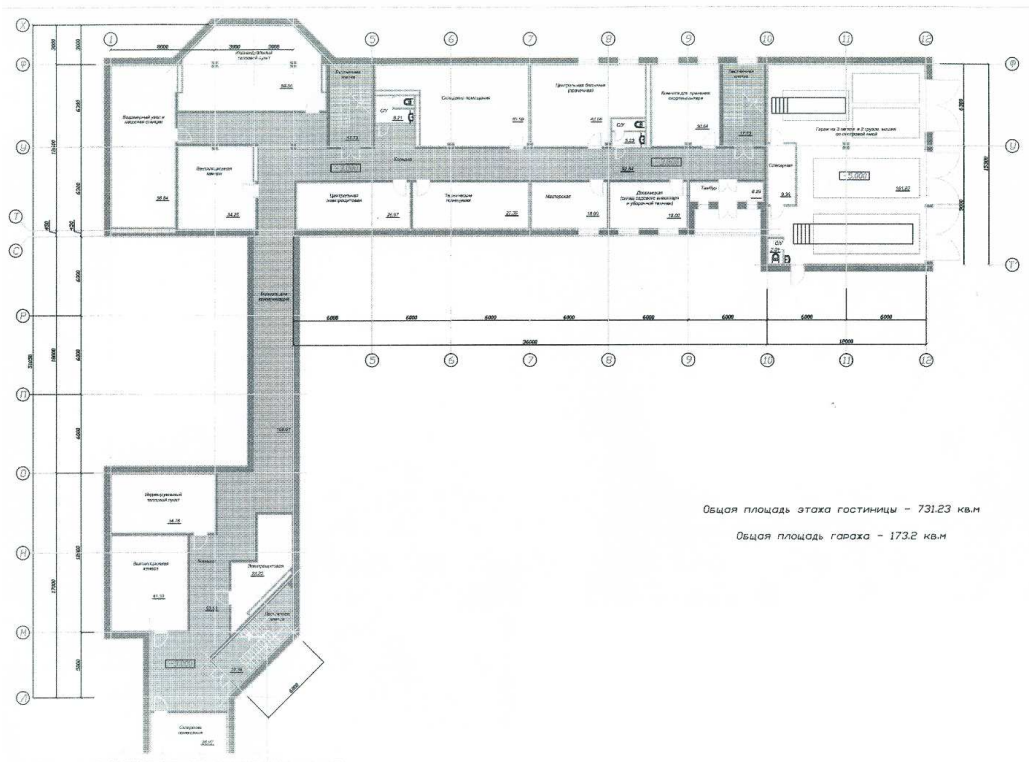


Рис. 5. План первого этажа здания гостиницы с гаражом

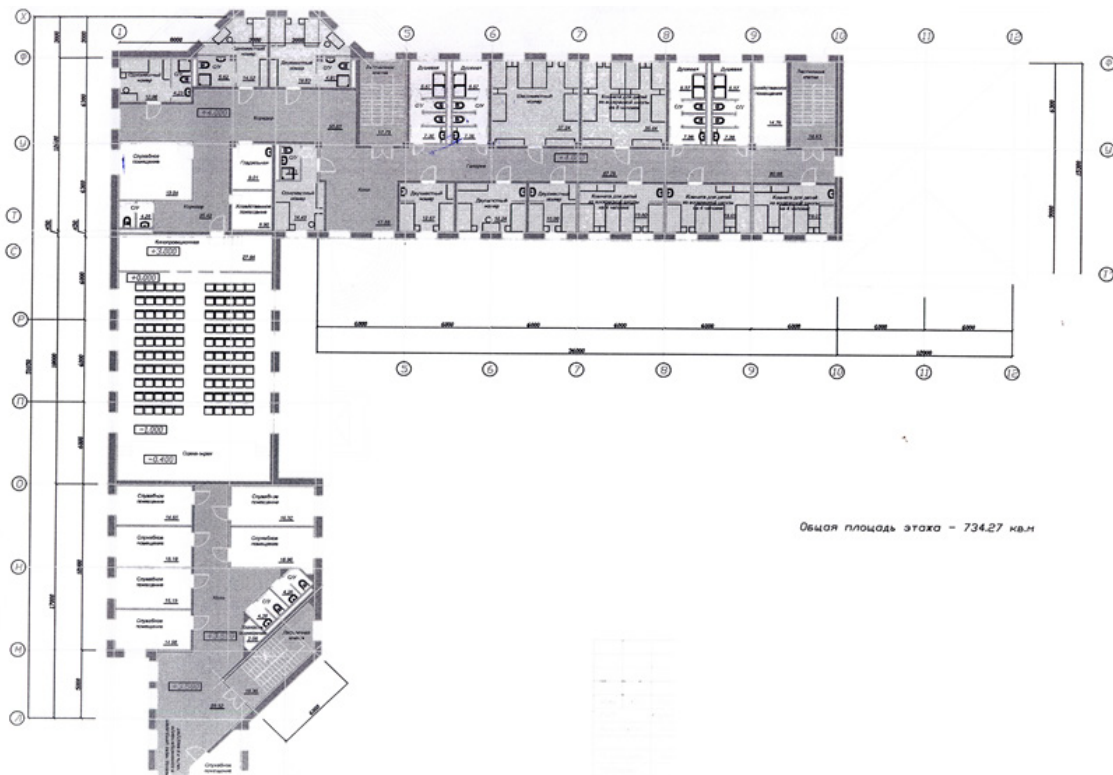


Рис. 6. План второго этажа здания гостиницы с гаражом

На рис. 7 представлен один из фрагментов фасада здания гостиницы в инфракрасном и видимом спектрах.

В связи с тем, что в трех помещениях, расположенных на втором этаже (подсобное помещение № 2, комнаты № 18, 22), было холодно в зимний период, наряду с тепловизионным обследованием внутренних поверхностей ограждающих конструкций производилось измерение температур и тепловых потоков с помощью контактных приборов.

Результаты теплотехнического обследования строительных ограждающих конструкций в этих помещениях представлены в табл. 2.

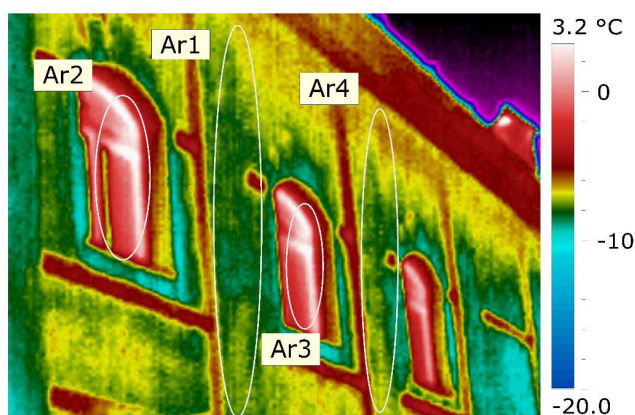
Визуальный осмотр и анализ результатов теплотехнического обследования здания гостиницы позволили установить следующее:

1. Обследование помещений первого этажа показало, что их тепловлажностный режим соответствует нормативным требованиям (табл. 3).

Согласно нормативным требованиям, температура внутреннего воздуха в гостиницах должна быть не ниже 20 °С, относительная влажность воздуха – менее 55 %.

2. Обследование ряда помещений второго этажа (подсобное помещение № 2, жилые комнаты № 18 и 22) выявило отклонения температуры внутреннего воздуха и относительной влажности от нормативных значений, приведенных в ГОСТ 30494-96.

Согласно данным, приведенным в табл. 1, отмечена пониженная температура внутреннего воздуха в жилой комнате № 22, равная 19 °С.



| | | | |
|-------------|---------------------|--------------|--|
| Изображение | Тип камеры | ThermaCAM B2 | Вид на фасад в осях 1, У-Ф (2 этаж) |
| Ar1 | Средняя температура | -7.8 °С | |
| Ar2 | Средняя температура | -1.0 °С | |
| Ar3 | Средняя температура | -0.4 °С | |
| Ar4 | Средняя температура | -7.5 °С | |

Рис. 7. Фрагмент ограждения в инфракрасном и видимом спектрах

Таблица 2

Результаты теплотехнического обследования строительных ограждающих конструкций ($t_n = -6,5\text{ }^\circ\text{C}$)

| Вид ограждения | Наименование помещения | Отмеченные дефекты | Расположение здания в осях | Температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$ | Относительная влажность воздуха, % | Температура внутренней поверхности, $^\circ\text{C}$ | Удельный тепловой поток, $\text{Вт}/\text{м}^2$ | Сопротивление теплопередаче, ($\text{м}^2\text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$) | Температура внутренней поверхности, $^\circ\text{C}$ | Перепад температур, $^\circ\text{C}$ |
|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---|------------------------------------|--|---|---|---|--------------------------------------|
| | | | | | | | | | при расчетных значениях: $t_e = 20\text{ }^\circ\text{C}; t_n = -30\text{ }^\circ\text{C}$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Наружная стена | Подсобное помещение № 2 | - | В осях 5-6 | 21,5 | 56 | 17,6 | 33,9 | 0,826 | 13,0 | 7,0 |
| | | | | | | 18,6 | 25,23 | 1,11 | 14,8 | 5,2 |
| | | | | | | 18,7 | 24,36 | 1,15 | 15,0 | 5,0 |
| | | | | 23,0 | | 20,9 | 18,27 | 1,61 | 16,4 | 3,6 |
| Стеклопакет | Подсобное помещение № 2 | Конденсат на окнах | В осях 5-6 | 22,6 | 55 | 16,0 | 57,4 | 0,51 | 8,7 | 11,3 |
| Внутренняя стена | Комната № 18 | - | В осях 5-6, Ф-У | 21,8 | 55 | 22,4 | - | - | - | - |
| Наружные стены: | | | | | | | | | | |
| Стык с перекрытием | Комната № 18 | - | На осях Ф,5-6 | 21,8 | 55 | 16,7 | 44,4 | 0,64 | 11,0 | 9,0 |
| Нижняя часть | Комната № 18 | - | На осях Ф,5 | 21,8 | 55 | 19,7 | 18,27 | 1,55 | 16,3 | 3,7 |
| Верхняя часть | Комната № 18 | - | На осях Ф,5 | 21,0 | 55 | 18,9 | 18,27 | 1,50 | 16,2 | 3,8 |
| Наружная стена | Комната № 22 | - | В осях 1, Т-У | 19,0 | 53 | 17,2 | 20,0 | 1,28 | 15,5 | 4,5 |

Таблица 3

Результаты обследования помещений

| Наименование помещений | Температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$ | Относительная влажность воздуха, % |
|------------------------|---|------------------------------------|
| Вестибюль | 20,5–21 | 30–35 |
| Лестничные клетки | 18,3–21,9 | 31–34 |
| Кухня | 22–23 | 40–42 |
| Конференц-зал | 23,6–24,5 | 32–38 |

Наблюдалась повышенная влажность во всех помещениях ($\varphi = 53\text{--}56\%$), вызванная неудовлетворительной работой систем вентиляции.

3. Изучение проектной документации, представленной заказчиком на здание гостиницы, выявило существенные отклонения в планировке и назначении перечисленных выше трех помещений.

Согласно проекту и рис. 7, вместо части душевой было организовано подсобное помеще-

ние № 2. Другая часть душевой вошла в состав жилой комнаты № 18, перегородка между душевой и комнатой № 18 была ликвидирована.

Во внутренней стене, расположенной между подсобным помещением № 2 и жилой комнатой № 18, размещены вентиляционные каналы.

В жилой комнате № 22 также произошла перепланировка за счет ликвидации санузла, в результате чего существенно увеличилась ее жилая площадь. К сожалению, в этой комнате установ-

лен лишь один стальной панельный радиатор под окном, что привело к неравномерному распределению температуры в разных зонах комнаты.

4. Температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций приведена в табл. 2 и на термограммах.

Визуальный осмотр ограждающих конструкций установил наличие конденсата на стеклопакетах в подсобном помещении № 2, а также в жилых комнатах № 18 и № 22, расположенных на втором этаже, что вызвано повышенной влажностью в этих помещениях.

Выпадение конденсата не зарегистрировано на внутренних поверхностях наружных стен в момент обследования здания гостиницы при температуре наружного воздуха $t_n = -6,5$ °С.

Выполненное приведение к расчетным условиям ($t_g = 20$ °С; $t_n = -30$ °С) показало, что даже в наиболее слабых с теплотехнической точки зрения строительных узлах (наружные углы и стыки с перекрытиями) температура их внутренней поверхности превышает значение точки росы, равное $t_p = 10,7$ °С при $t_g = 20$ °С и $\phi_g = 55$ %.

5. Сопротивление теплопередаче наружных стен по данным теплотехнического обследования находилось в пределах от 1,11 до 1,65 (м²·°С)/Вт. Такое существенное отличие можно объяснить различными факторами:

- применением колодцевой кладки, вызывающей неравномерность в распределении температур на внутренней поверхности стены;
- трудностью обеспечения в процессе строительства проектной марки полистиролбетона.

Выводы. С целью установления причин пониженных температур в помещениях гостиницы было проведено тепловизионное обследование наружных ограждающих конструкций и анализ проектной документации. Для создания благоприятного тепловлажностного режима в подсобном помещении № 2 и жилых комнатах № 18 и 22 рекомендуется:

1. Провести обследование эффективности работы системы отопления и проверить соответствие фактической поверхности нагрева отопительных приборов расчетным данным.

2. Для устранения повышенной влажности в подсобном помещении № 2 и жилых комнатах № 18 и 22 необходимо решить вопросы вентиляции данных помещений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ибрагимов А.М., Титунин А.А., Гнедина Л.Ю., Лабутин А.Н. Полистиролбетон в промышленном и гражданском строительстве // Строительные материалы. 2016. № 10. С. 21–23.

2. Рахманов В.А. Теплоэффективные ограждающие конструкции зданий с использованием поли-

стиролбетонов, разработанных институтом «ВНИИ Железобетон» // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 2. С. 9–18.

3. Журба О.В., Щукина Е.Г., Архинчеева Н.В., Заяханов М.Е., Щукин Э.А. Конструкционно-теплоизоляционный полистиролбетон на основе регенерированного сырья // Строительные материалы. 2007. № 3. С. 50–54.

4. Орлова А.М., Григорьева Л.С., Логунин А.Ю., Белов Н.Р. Особенности структуры стеклополистиролбетона на жидкостекольном вяжущем // Научное обозрение. 2015. № 18. С. 121–125.

5. Рахманов В.А., Мелихов В.А., Капаев Г.И., Козловский А.И. Инновационная спецтехнология получения полистиролбетона нового поколения // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 2. С. 29–31.

6. Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Соболева Г.Н., Александрова М.Н., Головин С.Н. Структура и свойства полистиролбетона с силикатными пастами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 25–33.

7. Баженов Ю. М., Король Е. А., Ерофеев В. Т., Митина Е. А. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности. М.: АСВ, 2008. 320 с.

8. Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г., Белякова Е.А., Славов С.Д. Повышение энергоэффективности реконструируемых жилых зданий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2008. № 1 (108). С. 62–63.

9. Вытчиков Ю. С., Сапарев М.Е., Прилепский А.С., Урядов М.И. Исследование влияния плотности монолитного керамзитобетона на энергоэффективность зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима // Градостроительство и архитектура. 2019. № 3. С. 50–55. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.7.

10. Вытчиков Ю. С., Сапарев М.Е., Прилепский А.С., Конякина Д.Д. Оценка теплозащитных характеристик колодцевых кладок с применением беспесчаного керамзитобетона // Градостроительство и архитектура. 2019. № 1. С. 15–19. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.3.

11. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.

REFERENCES

1. Ibragimov A.M., Titunin A.A., Gnedina L.Yu., Labutin A.N. Polystyrene concrete in industrial and civil construction. *Stroitel'nye materialy* [Building materials], 2016, no. 10, pp. 21–23. (in Russian)

2. Rakhmanov V.A. Heat-efficient enclosing structures of buildings using polystyrene concrete developed by the Institute "VNIIZHelezobeton". *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2017, no. 2, pp. 9–18. (in Russian)

3. Zhurba O.V., Shchukina E.G., Arkhincheeva N.V., Zayakhanov M.E., Shchukin E.A. Structural and thermal insulation polystyrene concrete based on regenerated raw materials. *Stroitel'nye materialy* [Building materials], 2007, no. 3, pp. 50–54. (in Russian)

4. Orlova A.M., Grigor'eva L.S., Logunin A.Yu., Belov N.R. Features of the structure of fiberglass concrete

on a liquid glass binder. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific review], 2015, no. 18, pp. 121-125. (in Russian)

5. Rakhmanov V.A., Melikhov V.A., Kapaev G.I., Kozlovskiy A.I. Innovative special technology for the production of polystyrene concrete of a new generation. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2017, no. 2, pp. 29-31. (in Russian)

6. Lukutsova N.P., Pykin A.A., Soboleva G.N., Aleksandrova M.N., Golovin S.N. Structure and properties of polystyrene concrete with silicate pastes. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova* [Bulletin of V.G. Shukhov BSTU], 2017, no. 11, pp. 25-33. (in Russian)

7. Bazhenov Yu. M., Korol' E. A., Erofeev V. T., Mitina E. A. *Ograzhdayushchie konstruksii s ispol'zovaniem betonov nizkoy teploprovodnosti* [Enclosing structures using concretes of low thermal conductivity]. M.: ASV, 2008. 320 p.

8. Vytchikov Yu.S., Belyakov I.G., Belyakova E.A., Slavov S.D. Increasing the energy efficiency of reconstructed residential buildings. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka* [Construction materials, equipment, technologies of the XXI century], 2008, no. 1 (108), pp. 62-63. (in Russian)

9. Vytchikov Yu. S., Saparev M.E., Prilepskiy A.S. Uryadov M.I. Investigation of the influence of the density of monolithic expanded clay concrete on the energy efficiency of buildings operated under variable thermal conditions. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, no. 3, pp. 50-55. (in Russian)

10. Vytchikov Yu. S., Saparev M.E., Prilepskiy A.S. Konyakina D.D. Assessment of heat-protective characteristics of well masonry with the use of bespechanogo expanded clay concrete. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban planning and architecture], 2019, no 1, pp. 15-19. (in Russian)

11. Fokin K.F. *Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchikh chastey zdaniy* [Construction heat engineering of enclosing parts of buildings]. M.: AVOK-PRESS, 2006. 256 p.

Об авторах:

ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович

кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: git.2008@mail.ru

САПАРЁВ Михаил Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: msx072007@yandex.ru

БЕЛЯКОВ Игорь Геннадьевич

начальник отдела ООО «Гирон» 443124, Россия, г. Самара, ул. 6-я просека, 140 E-mail: igbelyakov@yandex.ru

VYTCHIKOV Yuri S.

PhD in Engineering Science, Associate Professor, Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: git.2008@mail.ru

SAPAREV Mikhail E.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: msx072007@yandex.ru

BELYAKOV Igor' G.

Head of the department of LLC "Giron" 443124, Russia, Samara, 6th proseka str., 140 E-mail: igbelyakov@yandex.ru

Для цитирования: *Витчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Беляков И.Г.* Оценка теплозащитных характеристик строительных ограждающих конструкций здания гостиницы мужского монастыря // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 72–80. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.9.

For citation: *Vytchikov Yu.S., Belyakov I.G., Saparev M.E.* Assessment of Heat Protection Characteristics of Building Enclosing Structures of the Building of the Men's Monastery. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 72–80. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.9.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 711.4

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.10

Е. П. ТЮКЛЕНКОВА
М. Е. КОРОЛЕВА

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕНОВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ПЕНЗЫ

RECONSTRUCTION OF CAPITAL CONSTRUCTION OBJECTS
ON THE EXAMPLE OF THE PENZA REGION

Рассмотрены понятия «реконструкция» и «реновация» на примере Пензенской области. Показано: решение задач в примере реконструкции и реновации; улучшение объектов капитального строительства не только с точки зрения эстетики, но и с точки зрения безопасности жителей и защиты от разрушения зданий и сооружений; развитие территорий, их обогащение и постепенное решение качества жилья в Пензе.

Consider the concepts of reconstruction and renovation on the example of the Penza region. Solving problems in the example of reconstruction and renovation. Improvement of capital construction projects not only from the point of view of aesthetics, but also from the point of view of the safety of residents and protection from the destruction of buildings and structures. Development of territories, their enrichment and gradual improvement of the quality of housing in the city of Penza.

Ключевые слова: реконструкция, реновация, объект, строительство

Keywords: reconstruction, renovation, object, construction

Современная практика архитектурного проектирования и строительства различных сооружений в большей степени связана с реконструкцией и модернизацией [1, 2]. Реконструкция стала магистральным направлением в области капитального строительства. Ее объемы настолько возросли, что опережают темпы обновления городских территорий. Это сложилось в связи с тем, что новые экономические условия страны не позволяют привлекать огромные финансовые средства на новое строительство.

Реконструкция объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов) – это изменение параметров объекта, его частей, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций, за исключением замены отдельных элементов конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов. Так, в го-

роде Пензе проводится реконструкция: фонтанной площади, «градусника» на бывшем доходном здании Кузьмина, Оборонительного вала.

Реновация – это процесс улучшения, реставрация без разрушения целостности структуры. Капитальный ремонт также относится к реновации: при его проведении заменяются трубы и проводка, утепляются стены, а порой даже надстраиваются верхние этажи. Однако при составлении практической сметы становится видно, что он обычно менее выгоден, чем новое строительство [3, 4]. Поэтому, как правило, дома, попавшие в эту программу, просто сносятся, а жильцы получают новые квартиры.

Для осуществления процесса реновации необходимо разработать комплексную программу с последовательным графиком выполнения работ по расселению и сносу устаревших объектов. Между всеми участниками реновации должны быть установлены прямые

и обратные административно-хозяйственные связи, а также осуществление обмена информацией с целью недопущения нарушений. Государственная Дума в третьем окончательном чтении 1 июля 2019 года приняла законопроект «О реновации».

В ходе работы над Генпланом г. Пензы были учтены все существующие и планируемые индустриальные парки, бизнес-инкубаторы, потенциальные промзоны, земельные участки, которые входят в перспективные инвестиционные площадки. Исходя из этого были выделены основные зоны перспективной транспортно-логистической деятельности на севере и юге городского округа [5–9].

Строительство северного и юго-восточного обхода. Северный обход – это дорога федерального значения, она указана в схеме территориального планирования РФ. Были выполнены следующие мероприятия: немного скорректирована трасса – юго-восточный обход города – это дальняя объездная дорога от Арбеково до Заречного, она проходит полукругом; организовано направление в обход центральной части города со строительством двух мостов через реку Суру; строительство связи ул. Кураева и ул. Кулакова путем строительства тоннеля;

обеспечение улично-дорожной сетью новых районов жилищного строительства. Это касается преимущественно северо-западной части города, небольших участков местного значения в границах застроенных территорий. Генеральный план магистралей и транспорта города Пензы приведен на рис. 1.

Какие районы города ждет застройка и реновация?

В Пензе особенно выделяются территории Заводского района: много улиц вовлечено в процесс расселения из аварийного фонда (улицы Циолковского, Леонова, Ударная и др.). Однако следует отметить, что некоторые расселенные объекты остаются не разобранными в течение нескольких лет. На рис. 2–4 показаны аварийные дома, подлежащие сносу на улицах Ударной, 35; Циолковского, 14; Леонова, 13.

Дом на ул. Ударной, 35 подвергся почти полному разрушению несущих конструкций, является опасным для людей, особенно детей, захламляет территорию, является местом свалок и портит эстетичный вид улицы. Отсутствуют окна, двери, одна из стен и целый этаж.

На рис. 3 представлен аварийный дом, в котором четко видны дефекты в несущих конструкциях: разрушение и размораживание

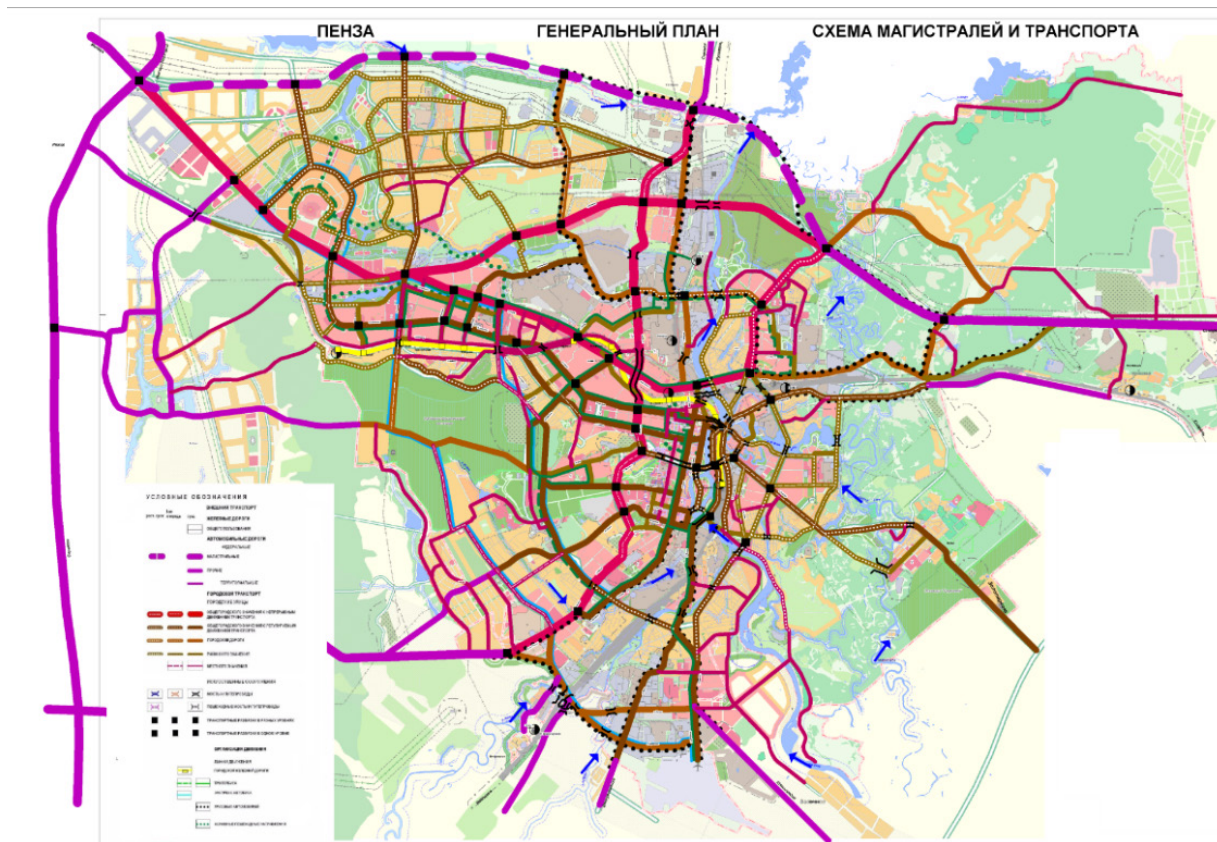


Рис. 1. Генеральный план магистралей и транспорта г. Пензы

кладки наружных стен, отслоение выступающих частей стен, отсыревание и промерзание конструкций. Вследствие указанных дефектов возникает угроза внезапного обрушения. Поэтому данный дом подлежит сносу.

На ул. Леонова, 13 находится расселенный аварийный дом, в котором отсутствуют двери, окна и нет ограждений участков. Дом представляет опасность, так как в любой момент может произойти обрушение крыши, падение остатков оконных проемов и стен.

Примером реконструкции может служить объект православной культуры церковь Петра и Февронии Муромских.

В 1968 г. в Пензе на ул. Рахманинова, 18 был основан кинотеатр «Луч». В советское время он был очень популярным и одним из самых крупных в городе учреждений культуры. С 1992 г. начался процесс муниципализации кинотеатров, и к 1995 г. практически все они были переданы в муниципальную собственность. Кинотеатр «Луч» перешел в собственность епархии в 1996 г. На рис. 5 объект представлен уже после перехода в собственность епархии.

С развитием автотранспорта возникла необходимость в реконструкции транспортных узлов и магистралей. В марте 2019 г. были объявлены торги на право заключения муниципального контракта для выполнения строительно-монтажных работ по реконструкции Бакунинского моста. Запланировано выполнить переустройство инженерных сетей, демонтаж старого сооружения и возведение нового.

Бакунинский мост — крупная транспортная артерия Пензы, соединяющая две части города, разделенные рекой Сурой. Он необходим жителям таких микрорайонов, как Маньчжурия, Нахаловка, Маяк, ГПЗ-24, Ахуны, а также города Заречного. Всем им придется скорректировать привычные маршруты на ближайшие годы, поскольку мост закрывают на масштабную реконструкцию. Реконструкция ведется в 2019–2021 гг. В апреле 2018 г. было проведено предпроектное обследование объекта. По его результатам сделаны следующие выводы: признать остаточный ресурс моста практически исчерпанным; ужесточить режим эксплуатации сооружения, запретив движение грузовиков и ограничив скорость до 40 км/ч; произвести реконструкцию путем полной замены всех элементов.

В Пензе была проведена реконструкция *набережной реки Суры*. Реконструкция была необходима, так как набережная почти полностью обросла высоким бурьяном; бетонные плиты, которые должны укреплять берег и служить местом для прогулок, крошились от времени; местами торчала арматура; лестница, ведущая к воде, проросла травой.



Рис. 2. Аварийный дом на ул. Ударной, 35



Рис. 3. Аварийный дом на ул. Циолковского, 14



Рис. 4. Аварийный дом на ул. Леонова, 13



Рис. 5. Бывший кинотеатр «Луч». В настоящем церковь Петра и Февронии Муромских

На рис. 6, 7 показана набережная реки Суры до и после реконструкции соответственно.

Для отдыха взрослых и детей оборудованы специальные места. Между дорожками верхней части набережной разбиты зоны для отдыхающих, площадки для отдыха со сценой, скейт-бординга, настольного тенниса, стритбола. Для безопасности покрытие спортивных площадок будет прорезинено. Для маломобильных групп населения предусмотрены пандусы.

Параллельно с развитием территории набережной велась реконструкция сквера Славы. Особое внимание в Пензе уделяется центральной части: это площадь имени Ленина и улица Московская (рис. 8–11).

Стратегической целью реконструкции любой территории является создание совокупных материально-пространственных условий, обеспечивающих экономическую безопасность и качество жизни, сохранение культурного наследия, а также устойчивость развития экономики. При планировании реконструкции города необходимо исходить из приоритета интересов людей и долгосрочных интересов общества [10,11].

Цель реновации – это создание благоприятных условий для населения области. Реновация г. Пензы должна осуществляться поэтапно и по разработанной программе в соответствии



Рис. 8. Площадь имени Ленина до реконструкции



Рис. 9. Площадь имени Ленина после реконструкции



Рис. 6. Набережная Суры до реконструкции



Рис. 10. Улица Московская до реконструкции



Рис. 7. Набережная Суры после реконструкции



Рис. 11. Улица Московская после реконструкции

с генпланом города. Финансирование ведется как из федерального бюджета, так и местной администрации города.

Следует отметить, что реновация имеет как положительную, так и отрицательную сторону. К отрицательным факторам относятся следующие:

- механизм переселения граждан;
 - собственники аварийных домов выражают ряд недовольств: нежелание переезда в другой район города, экономическая целесообразность, оформление большого количества документации;
 - в связи с ростом плотности застройки возрастает нагрузка на транспорт, больницы, учебные заведения, магазины, могут возникнуть бытовые неудобства;
 - дефицит свободных подготовленных территорий для переезда жителей аварийных домов;
 - необходимость вложения крупных первоначальных взносов в инженерную подготовку;
 - недостаток профессиональных и финансовых ресурсов;
 - инженерная инфраструктура.
- Положительные факторы:
- однородная социальная среда;
 - высокая благоустроенность;
 - новая инфраструктура;
 - единая градостроительная документация;
 - единый проект инженерной подготовки;
 - единая схема транспортных и пешеходных потоков, объектов культурного назначения;
 - квартальное строительство, которое сводит затраты к минимуму;
 - собственники получают новые жилые дома с ремонтом за счет государства;
 - увеличение площади новых жилых домов для собственников;
 - новое строительство предусматривает новые рабочие места;
 - возможное решение проблемы с парковкой, так как в новых комплексах могут планироваться парковочные места.

Вывод. Анализируя реновацию с различных сторон, следует отметить, что она имеет ряд безальтернативных преимуществ, таких как постоянное увеличение благоустроенных, инфраструктурно подготовленных территорий, что обеспечивает повышение уровня жизни граждан, что, в свою очередь, приведет к стабилизации экономической среды города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Реставрация памятников архитектуры. М.: Стройиздат, 2000. 288 с.
2. Культурное наследие Самарской области. Т.1. Объекты архитектурного наследия. Самара, 2020. 704 с.: ил.
3. Тараканов О.В., Пресняков В.В., Тюкленкова Е.П. Землеустройство. Пенза: изд-во ПГУАС, 2009. 256 с.
4. Решение Пензенской городской думы от 31 марта 2017 года № 676-32/6 «Об утверждении программы комплексного развития транспортной инфраструктуры муниципального образования город Пенза на 2017–2026 годы» [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL:<http://docs.cntd.ru/document/446182075>
5. Официальный сайт администрации города Пенза: <http://documents.penza-gorod.ru/doc2-168.html>
6. Тюкленкова Е.П., Косматова А.О. Анализ территории г. Пензы, занятой аварийным и ветхим фондом, с целью переселения граждан в новые микрорайоны. Пенза, 2019. 100 с.
7. Жилищный кодекс РФ с последними изменениями, внесенными Федеральным Законом от 31.12.2017 № 485-ФЗ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286774/
8. Тюкленкова Е.П., Пресняков В.В., Копрянцева Е.С. Современные проблемы инвентаризации земель Пензенской области // Концепт. 2013. Современные научные исследования. Вып. 1. ART 53196. – URL: <http://e-koncept.ru/2013/53196.htm>. Гос. рег. Эл № ФС 77-49965.
9. Тюкленкова Е.П., Синицина Г.Ю. Использование глобальных спутниковых навигационных систем при корректировке и обновлении базовых карт и планов территории // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. URL: <http://www.science-education.ru/116-12522>. Электронный журнал ВАК РАЕ.
10. Дуцев М.В. Современный город. Живые реальности истории // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 2. С. 139–154. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.19.
11. Вавилонская Т.В., Райхель Ю.Л. Новый подход к комплексной реконструкции исторических кварталов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 4. С. 91–99. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.12.

REFERENCES

1. *Restauracija pamjatnikov arhitektury* [Restoration of architectural monuments]. M., Stroyizdat, 2000. 288 p.
2. *Kul'turnoe nasledie Samarskoj oblasti. T.1. Ob'ekty arhitekturnogo nasledija* [Cultural heritage of the Samara region. Vol. 1. Objects of architectural heritage]. Samara, 2020. 704 p.
3. Tarakanov O.V., Presnyakov V.V., Tyuklenkova E.P. *Zemleustrojstvo* [Land management]. Penza, PGUAS, 2009. 256 p.
4. *Reshenie Penzenskoj gorodskoj dumy ot 31 marta 2017 goda № 676-32/6 «Ob utverzhdenii programmy kompleksnogo razvitiya transportnoj infrastruktury municipal'nogo obrazovaniya gorod Penza na 2017–2026 gody»* [Decision of

the Penza City Duma of March 31, 2017 No. 676-32 / 6 "On approval of the program for the integrated development of the transport infrastructure of the municipality of the city of Penza for 2017-2026."]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/446182075>

5. *Oficial'nyj sajt administracii goroda Penza* [Official website of the administration of the city of Penza]. Available at: documents.penza-gorod.ru/doc2-168.html

6. Tyuklenkova E.P., Kosmatova A.O. *Analiz territorii g. Penzy, zanyatoj avarijnym i vethim zhilym fondom, s cel'yu pereseleniya grazhdan v novye mikrorajony* [Analysis of the territory of Penza, occupied by emergency and dilapidated housing stock, in order to relocate citizens to new neighborhoods]. Penza, 2019. 100 p.

7. *Zhilishchnyj kodeks RF s poslednimi izmeneniyami, vnesennymi Federal'nyim Zakonom ot 31.12.2017 № 485-FZ* [The Housing Code of the Russian Federation with the latest amendments introduced by the Federal Law of December 31, 2017 No. 485-FZ]. Available at: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286774/

8. Tyuklenkova E.P., Presnyakov V.V., Kopyantseva E.S. Modern problems of land inventory in the Penza region. *Koncept* [Concept], 2013. *Sovremennye nauchnye issledovaniya* [Modern scientific research], vol. 1. ART 53196. Available at: <http://e-koncept.ru/2013/53196.htm>. (in Russian)

9. Tyuklenkova E.P., Sinitsyna G.Yu. Use of global satellite navigation systems when adjusting and updating base maps and territory plans. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, no. 2. Available at: <http://www.science-education.ru/116-12522>. (in Russian)

10. Dutsev MV. A modern city. Living realities of history. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol.11, no. 2, pp. 139–154. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.19. (in Russian)

11. Vavilonskaya T.V., Raikhel Yu.L. New approach to the comprehensive reconstruction of historical quarters. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol.10, no. 4, pp. 91–99. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.12. (in Russian)

Об авторах:

ТЮКЛЕНКОВА Елена Петровна

кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства и геодезии Пензенский государственный университет архитектуры и строительства 440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

КОРОЛЕВА Марина Евгеньевна

студентка 3 курса кафедры кадастра недвижимости и права Пензенский государственный университет архитектуры и строительства 440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28 E-mail: marishakor02@gmail.com

TYUKLENKOVA Elena P.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor of the Land Management and Geodesy Chair Penza State University of Architecture and Construction 440028, Russia, Penza, German Titov str., 28

KOROLEVA Marina E.

Student of the 3rd year of the Cadastre of Real Estate and Law Chair Penza State University of Architecture and Construction 440028, Russia, Penza, German Titov str., 28

Для цитирования: Тюкленкова Е.П., Королева М.Е. Реконструкция объектов капитального строительства и реновация территорий города Пензы // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 81–86. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.10.

For citation: Tyuklenkova E.P., Koroleva M.E. Reconstruction of Capital Construction Objects on the Example of the Penza region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 81–86. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.10.

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



УДК 719:726.01

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.11

А. Г. ЛЫЗИНА

СРЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ ВОСПРИЯТИЯ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ И КОМПЛЕКСОВ

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF ORTHODOX CHURCHES AND COMPLEXES PERCEPTION

На примере сельских поселений Пензенской области рассматриваются варианты условий восприятия православного храма и определяющие ландшафтные и градостроительные факторы, устанавливаются характерные сочетания элементов, выделяются типичные и редкие ситуации. Приводится классификация размещения храмов в структуре сельского поселения, определяется связь местоположения храма со структурой поселения и условиями его восприятия.

Ключевые слова: православные храмы, средовые условия, планировка сельского поселения, территориальные уровни, условия восприятия, углы обзора

Средовые условия Пензенской области характеризуются большим разнообразием. На территории области присутствуют четыре основные ландшафтные зоны: северо-восточная – лесная, центральная – лесостепная, западная и южная – с преобладанием степных ландшафтов. Храмовые комплексы расположены в большинстве сельских поселений. На локальном уровне восприятия храмов в ландшафте раскрывается большое количество всевозможных живописных видов.

Чтобы проанализировать условия восприятия православного храма в среде, необходимо определить территориальные уровни или зоны восприятия и рассмотреть факторы, играющие роль в их формировании, выделить ценные и типовые сочетания их ландшафтных и градостроительных составляющих. В работе рассматриваются храмы сельских поселений Пензенской области, обладающие в определенном диапазоне единством такого условия восприя-

On the example of rural settlements of the Penza region, the variants of the conditions for the perception of an Orthodox church and the determining landscape and urban planning factors are considered, characteristic combinations of elements are established, typical and rare situations are highlighted. The classification of the placement of temples in the structure of a rural settlement is carried out, the connection of the temple location with the settlement structure and the conditions of perception is determined.

Keywords: Orthodox churches, environmental conditions, rural settlement layout, territorial levels, perception conditions, viewing angles

тия, как визуальное доминирование храма по высоте.

Как и любая архитектура, условия восприятия православных храмов и комплексов характеризуются дистанциями наблюдения и углами обзора [1]. Храмы и комплексы могут иметь панорамный обзор, дальние перспективы, интерьерное восприятие и ближние виды.

Местоположение храма или комплекса в населенном пункте и в природном ландшафте создает условия для восприятия различных видовых картин. Определенным образом местоположение храма связано с планировочной структурой населенного пункта. Основные виды планировочных структур следующие: линейные (одна улица села, застроенная с двух или с одной стороны – например, с. Ростовка, Каменский район, с. Уранка, Городищенский район), компактные (когда населенный пункт имеет две взаимно перпендикулярные улицы и компактное пятно застройки – например,


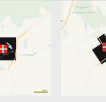
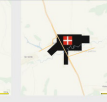
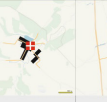
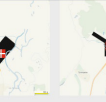
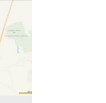
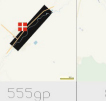
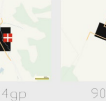
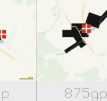
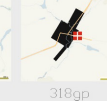
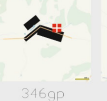
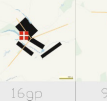
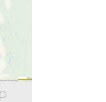

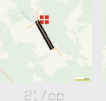

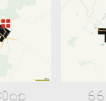
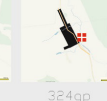
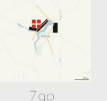
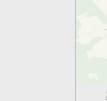
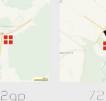
с. Черкасск, Колышлейский район, с. Владыкино, Каменский район). Сложно расчленённые населенные пункты характеризуются, как правило, наличием природного элемента (оврага, балки, озера или леса), который разделяет планировочную структуру села на две-три части. Примером может служить с. Липовка, Башмаковский район (овраг), с. Высокое, Башмаковский район (пруд) [2].

Храм или комплекс располагается на окраине, в центре или на удалении от поселения. Взаимовлияние расположения храма и населенного пункта создает большое количество вариантов восприятия храмов. Они отличаются глубиной,

живописностью силуэта и сочетания вертикали храма и массы застройки. Трассы движения и подходы к храму, зависящие от планировочной структуры населенного пункта, организуют различные сценарии смены видовых картин и различный характер их построения. Продольная центральная улица, ведущая к храму, является визуальным коридором, ведущим к доминанте храма, подчиняющей себе монотонный ритм домов, стоящих вдоль улицы «коридора». Расположенный в центре поселения храм визуально собирает массу застройки и является зрительным фокусом картины его восприятия с любой улицы, вне зависимости от ее направления.

Таблица 1

Классификация размещения храмов в структуре малых поселений Пензенской области

| Размещение | Линейный | | Компактный | | Сложный | | Расчлененный | | Линейный с в.ц. | |
|--------------------------------|--|--|--|--|--|---|--|---|--|--|
| В центре населенного пункта |  321гр |  933гр |  696гр |  292гр |  838гр |  338гр |  382гр |  833гр |  627гр |  313гр |
| | | | 8 | | 24 | | 9 | | 7 | 7 |
| На окраине населенного пункта |  295гр |  555гр |  894гр |  901гр |  875гр |  318гр |  346гр |  16гр |  964гр |  477гр |
| | | | 18 | | 26 | | 15 | | 7 | 14 |
| За границей населенного пункта |  217гр |  253гр |  380гр |  666гр |  189гр |  324гр |  7гр | |  202гр |  72гр |
| | | | 8 | | 5 | | 5 | | 1 | 4 |

Градостроительный фактор дополняется ландшафтным, и вариативность визуальных картин увеличивается. Выразительным примером является Троицкий храм, расположенный в структуре сложной композиции села Шейно, Пачелмский район. Село размещается на двух холмах, между которыми, в низине, находится озеро. На склоне пологого холма, на берегу озера расположен храм, на заднем плане – большой лесной массив, создающий объемный глубокий фон. Храм живописно воспринимается с дороги, проходящей по холмистому рельефу через весь поселок. Открываются богатые панорамы доминанты храма с окружающей застройкой, перемежающейся пышными посадками деревьев.

Рассмотрев подобные примеры, мы получим различные варианты восприятия храма в среде. Все они разнообразны, со своими неповторимыми визуальными связями, ритмами и общей композицией элементов [3].

В зависимости от дистанции наблюдения выделяются три уровня или территориальные зоны с различными вариантами восприятия: зона дальних видов или полный панорамный обзор (от 1000 м), перспективные виды или объектный обзор (500–700 м) и ближние виды или детальный обзор (40–80 м). Рассмотрим их подробнее (рис. 2).

1. *Панорамный обзор* (вертикальный угол зрения 18°) – достаточно частое условие вос-

приятия ХиК. Он может быть обеспечен с высокой точки или с одного уровня с объектом. Рельеф имеет определяющее значение, он формирует точки обзора: высокую (характеризуется преобладанием в кадре «пятого фасада» плоскости земли, т. е. аксонометрический вид), низкую или с одного уровня с объектом наблюдения (характеризуется силуэтным восприятием, присутствует фронтальный вид).

Можно привести пример условий восприятия храмового комплекса села Большая

Валяевка, Пензенский район, храма села Ахматовка, Никольский район (рис. 3), храма села Пестровка, Камешкирский район и др. Они характеризуются привлекательными значимыми панорамными видами. Эти виды открываются с трасс движения и видовых точек на высоком рельефе, расположенных в зоне панорамного влияния храма. Панорамные виды отличаются глубиной, многоплановостью, интересным сочетанием масс застройки, лесного массива, рельефа, иногда плоскости водоема или линии реки.



Рис.1. Панорамы Троицкого храма с. Шейно, Пачелмский район: а – вид с центральной улицы; б – вид с противоположного холма

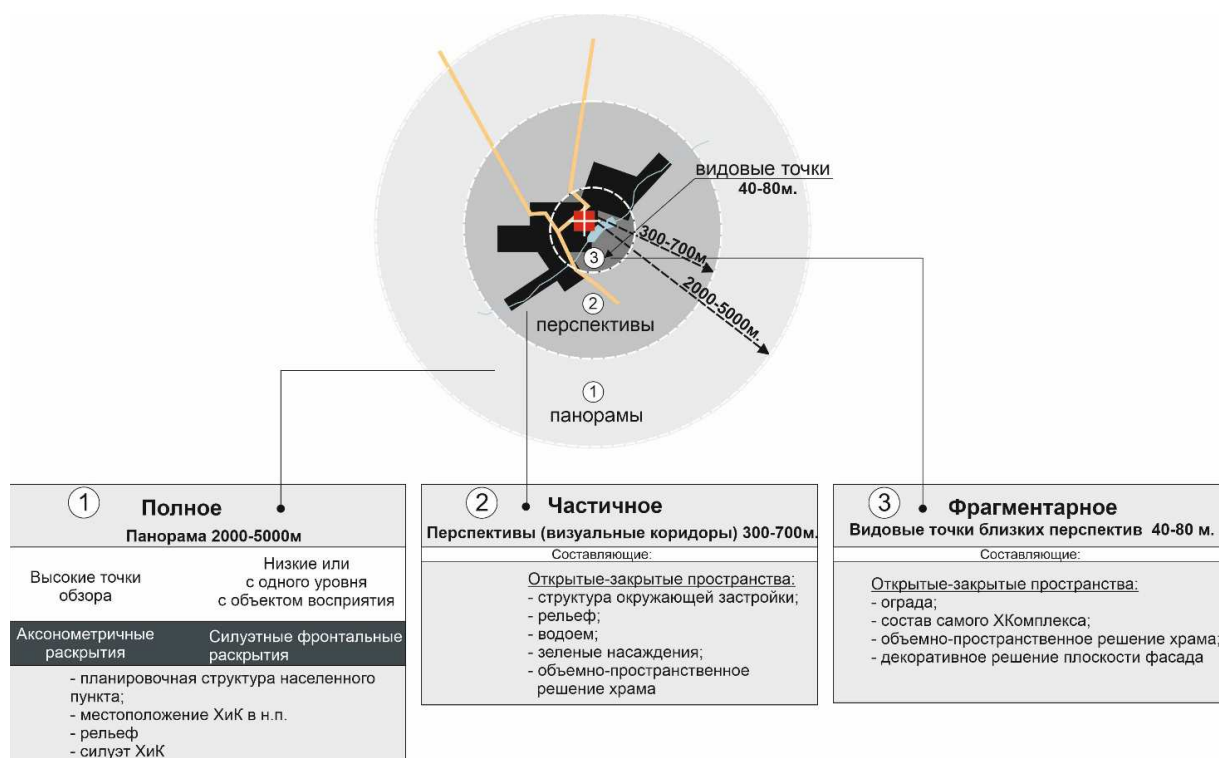


Рис. 2. Территориальные уровни и ландшафтные составляющие условий восприятия храмового комплекса



Рис. 3. Панорама Казанского храма с. Ахматовка, Никольский район, вид с возвышенности на юго-востоке, фото автора

Для всех точек обзора является благоприятным ситуация восприятия храма через какую-либо визуальную паузу. Ей может являться перепад рельефа, плоскость водоема. Например, Троицкий храм с. Соловцовка, Рождественский храм с. Лешиново, Нижнеломовский район. Зеленые лесные массивы с низких точек обзора являются фоном или преградой для панорамных видов, с высоких точек работают как обрамление населенных пунктов (с. Шейно, с. Базарная Кеньша, Никольский район, с. Матвеевка, Пензенский район).

Силуэт храма и комплекса, как частный случай панорамы, играет ведущую роль в видах с низкой точки зрения или с одного уровня с объектом наблюдения.

Чаще всего в малых населенных пунктах преобладает малоэтажная застройка и храм играет роль вертикальной доминанты в общем силуэте населенного пункта [4–6]. Характер силуэта самого храма или храмового комплекса зависит от вида завершений (одно или многоглавие, наличие и высота колокольни, их взаимное расположение).

Были выделены характерные типы силуэтов ландшафтно-градостроительной ситуации вокруг православных храмов и комплексов (рис. 4):

А – Монотонный силуэт, который создается средой, ухудшает восприятие архитектуры храма. Это вариант расположения храма в сплошном лесном массиве или плотной городской застройке.

Б – Храм является единственной доминантой в равнинном ландшафте. Чаще всего это случаи утраты населенного пункта, «храм в поле» или расположения в значительном удалении от существующего. Таких случаев на территории области по данным исследования пятнадцать. Это, например, Михайло-Архангельские храмы с. Белогорка, Мокшанский район и с. Каргалей (упраздненная Салмановка), Вадинский район, Троицкий храм с. Соколка, Сердобский район, Никольский храм с. Новокрещеново, Городищенский район и др. [7].

В – Силуэт, создаваемый сочетанием архитектуры и насаждений. Благоприятно влияет на восприятие, не ухудшает видимость.

Г – Окружение на достаточном удалении, является фоном. Застройка подчинена по высоте и объему, подчеркивает доминанту храма, не диссонирует с ним. Храм является главным вертикальным ориентиром окружающей ситуации. Например, это виды на храм Михаила Архангела села Большая Лука, Вадинский район.

2. *Объектный или перспективный обзор* (с вертикальным углом зрения, примерно 27°) формирует основные перспективные виды на храмы и комплексы. Можно сказать, что это основной уровень, с которого воспринимаются храмы незаинтересованным наблюдателем.

Чтобы определить характер и свойства этой зоны восприятия, рассмотрим формирующие ее факторы: ландшафтный и градостроительный. Ландшафтный включает в себя наличие вблизи объекта насаждений (варианты: в природном лесном массиве, организованная посадка деревьев, хаотичные неорганизованные

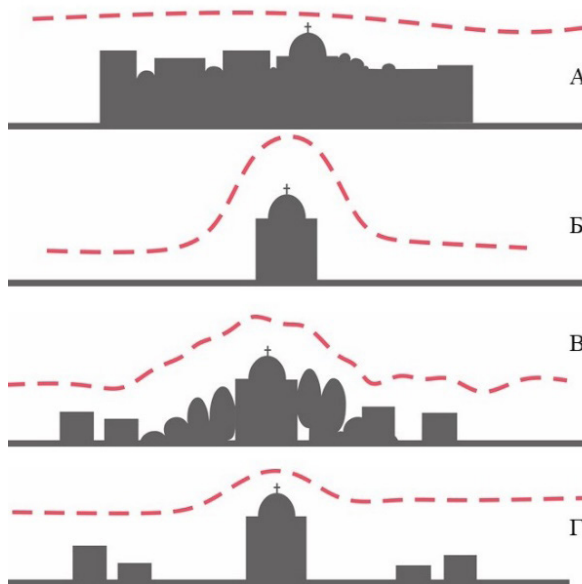


Рис. 4. Модели силуэтов ландшафтно-градостроительных ситуаций

посадки, массив деревьев, отсутствие посадок), водоема (река, пруд), характер рельефа (равнинный, на склоне, на возвышенности, в низине). Градостроительный фактор характеризуется наличием жилой застройки, размещением в структуре населенного пункта (на открытом пространстве/на площади, на перекрестке, в составе архитектурного ансамбля, в поле, утрата населенного пункта).

Рассмотренные примеры восприятия храмов с близкого расстояния сформировались в группы, наиболее характерные для Пензенской области. Они включили в себя следующие сочетания элементов: рельеф, расположение в застройке, характер озеленения, наличие водоема.

Наличие всех элементов в картине восприятия наиболее привлекательно, встречается нечасто, и эти ситуации можно охарактеризовать как ценные. Наиболее гармонично воспринимается храм, стоящий на возвышенности или на склоне в составе архитектурного ансамбля с гармонично организованным массивом деревьев, водоемом поблизости (рис. 5).

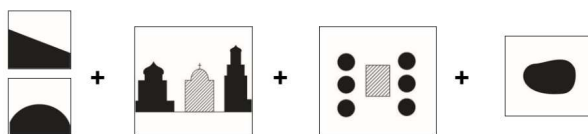


Рис. 5. Наиболее гармоничное сочетание ландшафтных и градостроительных составляющих картины восприятия храма

К ним относятся в первую очередь храмы в составе монастырских комплексов, расположенные на рельефе, например Богородицкий Тихвинский мужской монастырь в Вадинске. А также храмы с сопутствующими зданиями, формирующими комплекс. Таких сельских храмов сохранилось немного. Выразительным примером является восстановленный комплекс храмов в селе Большая Валяевка, расположенный на высоком холме и раскрывающийся на далекие перспективы. В него входят храм во имя Божией Матери Живоносного Источника, Казанский храм, часовня и источник. Комплекс включает в себя систему лестниц и площадок, спускающихся по рельефу. При хорошей погоде пятиглавие главного храма просматривается с трассы, проходящей рядом в четырех километрах и из окружающих деревень (Ледебевка, Воскресеновка, Александровка). Из более скромных примеров – не действующий Троицкий храм с. Засечное, Нижнеломовский район. В состав этого комплекса помимо храма входит одноэтажное здание с таким же выразитель-

ным декором. Храм находится на склоне холма, окружен открытым пространством и ниже по рельефу одноэтажной жилой застройкой.

Отсутствие одного или двух элементов, как правило это водоем или рельеф, создает типичные ситуации, они встречаются значительно чаще. Такими примерами являются Богоявленский (Казанский) храм с. Обвал, Тамалинский район, расположенный на плоском рельефе, в центре населенного пункта, на открытом пространстве, или Никольский храм с. Ягановка, Вадинский район с таким же расположением, Покровский храм с. Усть-Каремша, Нижнеломовский район и многие другие (рис. 6).

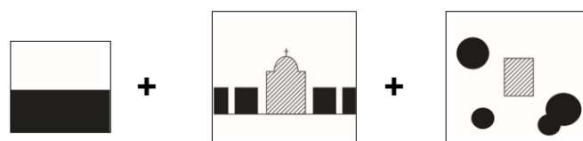


Рис. 6. Типичное для Пензенской области сочетание ландшафтных и градостроительных составляющих картины восприятия храма

Таким образом, если рассмотреть всю храмовую архитектуру области, то больше половины объектов расположены в весьма простых условиях, которые характеризуются наличием одного или нескольких ландшафтных составляющих и могут быть определены как типичные. Четвертая часть храмов находится в ценных перспективных раскрытиях и имеет далекие панорамные виды. Оставшийся процент храмов находится вне застройки, на окраине поселений, в поле, и чаще всего в руинированном состоянии. И тем не менее большинство случаев восприятия включают в себя как положительные, так и отрицательные характеристики.

3. *Ближние виды* или интерьерный обзор (вертикальный угол зрения 45°). Условия восприятия формируются в зоне самого храмового сооружения или комплекса.

Имеют значение следующие составляющие: характер границы комплекса (ограда), состав самого комплекса, структура озеленения, объемно-пространственное решение храмов и комплексов, декоративное решение фасадной плоскости зданий [8]. Речь в данном случае идет об архитектуре самого храма или комплекса храмов и благоустройстве окружающей территории.

Таким образом, проанализированы храмы области с трех территориальных уровней восприятия. Отмечено, что в панорамных раскрытиях большую роль играет ландшафтный фактор, а именно такие его составляющие, как

Таблица 2

Сочетания составляющих условий восприятия перспективных видов храмов Пензенской области

| Рельеф | Градостроительные условия | Насаждения | Количество, шт. |
|------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|
| Равнинный | На открытом пространстве | Отсутствуют | 37 |
| Равнинный | На открытом пространстве | Хаотичные | 13 |
| Равнинный | На открытом пространстве | Организованные редкие | 11 |
| Равнинный | Отдельно стоящий | Отсутствуют | 15 |
| Равнинный | Отдельно стоящий | Хаотичные | 15 |
| На возвышенности | На открытом пространстве | Массив деревьев | 4 |
| На склоне | В составе ансамбля | Отсутствуют | 3 |
| Равнинный | Гармоничная застройка | Отсутствуют | 15 |
| Равнинный | Диссонирующая застройка | Хаотичные | 4 |
| Равнинный | Гармоничная застройка | Хаотичные | 10 |

рельеф, который влияет на характер видовой кадра и формирует аксонометрические или силуэтные виды; плоскости водоема, низких посадок и других плоскостных элементов, которые образуют визуальную «паузу» между наблюдателем и объектом наблюдения, на фоне которой храм, как доминанта, воспринимается более выразительно. Рассмотрены характерные типы силуэтного восприятия как частного случая панорамного. На втором территориальном уровне восприятия, перспективном, определены типичные и редкие сочетания ландшафтных и градостроительных элементов вокруг храма. Наличие всех элементов в картине восприятия – рельефа, водоема, посадок деревьев и фоновой застройки, подчиненных архитектуре и габаритам храма, формирует самые уникальные и живописные виды, отсутствие нескольких из них создает более простые, типичные ситуации. Отмечено, что перспективный и детальный виды отличаются тем, что на них можно воздействовать, формировать их целенаправленно, путем включения ландшафтных элементов на уровне объекта, организации трасс движения и подходов к храмам и комплексам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белова Е.Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия. М.: Стройиздат, 1977. 127 с.
2. Лызина А.Г., Хохлушина Е.Д. Особенности православных храмовых комплексов Пензенской области и их размещение в функционально-планировочной структуре поселений // Перспективы науки. 2016. № 6(81). С. 22–26. Доступно по адресу: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26538087_32906167.pdf
3. Лызина А.Г. Храмовые комплексы в ландшафтно-планировочной организации территории // Тео-

рия и практика средового дизайна: сб. тр. II междунауч.-практич. конф. Пенза: ПГУАС, 2008. С. 35–38.

4. Пономаренко Е.В. Московское влияние в архитектуре сельских церквей классицизма в Среднем Поволжье // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 118–124. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.16.

5. Литвинов Д.В., Иванова Л.И., Тузов А.В. Реставрация православного храма Архангела Михаила в селе Дергачи (Кольвань) Красноармейского района Самарской области // Градостроительство и архитектура. 2015. № 4 (21). С. 30–36. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.4.

6. Пономаренко Е.В. Проектирование, строительство и современная реставрация православных церквей первой половины XIX в. на Южном Урале // Градостроительство и архитектура. 2013. № 1. С. 19–24. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.4.

7. Дворжанский А.И. Храмы Пензенской области. Т.1. Пенза, 2017.

8. Борисов С. В. О критериях оценки объемной композиции православных храмов // Региональная архитектура и строительство. 2014. № 2. С. 169–177. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21641336_82730538.pdf (дата обращения: 22.08.2021).

REFERENCES

1. Belova E. L. *Arhitekturno-prostranstvennaya sreda goroda kak ob'ekt zritel'nogo vospriyatiya* [The architectural and spatial environment of the city as an object of visual perception]. Moscow, Stroyizdat, 1977. 127 p.
2. Lyzina A.G. Features of orthodox complexes in the Penza region and their placement in the planning structure of settlements. *Perspektivy nauki* [Science perspective], 2016, no. 6 (81), pp. 22–26. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26538087_32906167.pdf (Accessed 21.08.2021). (in Russian)
3. Lyzina, A. G. Temple complexes in the landscape-planning organization of the territory. *Teoriya i praktika*

sredovogo dizajna: sb. tr. II mezhd. nauch.-praktich konf [Theory and practice of environmental design: sat. tr. II international scientific and practical conference]. Penza, PGUAS, 2008, pp. 35–38. (in Russian)

4. Ponomarenko E.V. Moscow's Influence in the Architecture of Rural Classical Churches in the Middle Volga Region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 118–124. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.16.

5. Litvinov D.V., Ivanova L.I., Tuzov A.V. Restoration of Michael the Archangel orthodox cathedral in Dergatchi village (Kolyvan), Krasnoarmeysk district of Samara region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2015, no. 4 (21), pp. 30–36. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.4.

6. Ponomarenko E.V. Design, construction and modern restoration of orthodox churches in the first half of the 19th century in the Southern Urals. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2013, no. 1, pp. 19–24. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2013.01.4.

7. Dvorzhansky A. I. *Hramy Penzenskoj oblasti* [Temples of the Penza region]. Penza, 2018, vol. 1. 380 p.

8. Borisov S.V. Evaluation criteria for orthodox churches spatial composition. *Regional'naya arhitektura i stroitel'stvo* [Regional architecture and construction], 2014, no. 2, pp. 169–177. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21641336_82730538.pdf (Accessed 22.08.2021). (in Russian)

Об авторе:

ЛЫЗИНА Анна Григорьевна

старший преподаватель кафедры дизайна и художественного проектирования интерьера Пензенский государственный университет архитектуры и строительства 440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28 E-mail: lyzina@gmail.com

LYZINA Anna G.

Senior lecturer of the Design and Artistic Interior Design Chair Penza State University of Architecture and Construction 440028, Russia, Penza, German Titov str., 28 E-mail: lyzina@gmail.com

Для цитирования: Лызина А.Г. Средовые условия восприятия православных храмов и комплексов // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 87–93. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.11.

For citation: Lyzina A.G. Environmental Conditions of Orthodox Churches and Complexes Perception. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 87–93. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.11.

В. А. САМОГОРОВ

ПРОЕЗД МАСЛЕННИКОВА – РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЧТЫ О СОЦИАЛИСТИЧЕСКОМ КУЙБЫШЕВЕ

MASLENNIKOVA DRIVEWAY AS THE DREAM
OF SOCIALIST KUIBYSHEV REALIZATION

Рассматривается застройка проезда Масленникова, который стал первой улицей города Куйбышева (Самары), построенной в соответствии с представлениями об образе нового социалистического города. Территориально эта улица находилась за пределами исторически сложившегося города, в так называемой «срединной» зоне, что позволило реализовать идею ее архитектурной организации на принципах построения архитектурного ансамбля. Застройка представлена 4-5-этажными жилыми зданиями, построенными под один карниз и запроектированными в едином стиле советской классики. Это была ведомственная застройка, принадлежавшая двум крупным предприятиям – заводу № 42 (ЗиМ) и 4 ГПЗ. Архитектурно-градостроительное решение улицы и проекты отдельных кварталов и зданий разрабатывались куйбышевским Горпроектом, ленинградским Горстройпроектом и филиалом Гипроавиапрома.

Ключевые слова: социалистический город, проезд Масленникова, архитектурный ансамбль, советская классика, укрупненный жилой квартал

Введение. Проезд Масленникова стал первой улицей города Куйбышева, построенной в соответствии с представлениями об образе нового социалистического города. Территориально эта улица располагалась за пределами исторически сложившегося Старого города, в так называемой «срединной» зоне, что позволило реализовать идею ее архитектурной организации на принципах построения архитектурного ансамбля. Застройка улицы представлена в основном 4–5-этажными жилыми зданиями, построенными под один карниз и запроектированными в едином стиле советской классики. Это была ведомственная застройка, принадлежавшая двум крупным предприятиям – заводу № 42 (ЗиМ) и 4 ГПЗ. Архитектурно-градостроительное решение улицы и проекты отдельных кварталов и зданий разрабатывались куйбышевским Горпроектом, ленинградским Горстройпроектом и филиалом Гипроавиапрома.

Объект исследования – проезд Масленникова (в настоящее время проспект Масленникова), первая магистраль города Куйбышева

The development of Maslennikova Driveway is considered, which became the first street in the city of Kuibyshev (Samara), built in accordance with the ideas about the image of a new socialist city. Geographically, this street was located outside the historically formed city, in the so-called “middle” zone, which made it possible to implement the idea of its architectural organization on the principles of building an architectural ensemble. The development is represented by 4-5-storey residential buildings built under one cornice and designed in the same style of the Soviet classics. It was a departmental development that belonged to two large enterprises – plant number 42 (ZiM) and 4 GPPs. The architectural and urban planning solution of the street and the projects of individual quarters and buildings were developed by the Kuibyshev Gorproekt, the Leningrad Gorstroyproekt and the Giproaviaprom branch.

Keywords: socialist city, Maslennikova driveway, architectural ensemble, Soviet classics, enlarged residential quarter

(Самары), сформированная комплексно в соответствии с представлениями государства о социалистическом городе.

Предмет исследования – особенности градостроительной и архитектурной организации проезда Масленникова.

Границы исследования: территориальные – проезд Масленникова; временные – 1940-1950-е гг.

Методика исследования – поиск архивных материалов, натурное обследование, графическое моделирование и восстановление архитектурных проекций (планов, разрезов, фасадов), сравнительный анализ, проведение историко-генетического и архитектурно-градостроительного анализа.

Теоретическая база исследования:

1) общетеоретические вопросы исследования архитектуры 1940-1950-х гг. (М. Астафьева-Другач, Х. Боденшатц, Ю.П. Волчок, Ю.Л. Косенкова, М.Г. Меерович, М.С. Нашокина, И.В. Невзгодин, О.В. Орельская, К. Пост, Ю.В. Ранинский, Н.С. Сапрыкина, А.С. Щенков и др.);

2) вопросы исследования архитектурно-градостроительного формирования Самары (Е.А. Ахмедова, Н.И. Басс, Т.В. Вавилонская, Т.В. Каракова, В.Г. Каркарьян, А.К. Синельник, Е.А. Сысоева и др.);

3) краеведческие аспекты исследования (А.Р. Арутюнов, Э.Л. Дубман, В.В. Ерофеев, Е.Ф. Гурьянов, А.Н. Завальный, П.С. Кабытов, А.И. Репинецкий, С.В. Смирнов, Л.В. Храмов, А.Г. Удинцев и др.).

Однако полного системного исследования процесса архитектурно-градостроительного анализа проезда Масленникова города Куйбышева (Самары) периода 1940-1950-х гг. не проведено.

Основная часть. Застройка проезда Масленникова и превращение его в городскую магистраль стали продолжением развития рабочего поселка ЗиМа в границах улиц Ново-Садовой, Панова, Лукачева и Часовой. До войны здесь были построены жилые дома для рабочих завода, Дворец культуры, школы, детские сады, общежития, предприятия питания (в том числе – Фабрика-кухня архитектора Е.Н. Максимовой), спортивные сооружения. Пассажиропотоки влияли на трассировку маршрутов городского транспорта – трамвайные и автобусные остановки располагались напротив проходных завода, кольцо троллейбусной линии находилось на пересечении проспекта Масленникова и улицы Ново-Садовой. В 1950-е гг. фронт улицы, выходящий на Ново-Садовую, был реконструирован – изменены фасады зданий 1930-х гг. постройки, между существующими домами сделаны вставки в стиле советской классики.

Застройка проезда Масленникова началась еще в 1932 г. со строительства здания Фабрики-кухни завода им. Масленникова. Эта улица стала первой магистралью, получившей в 1950-е архитектурное оформление. Газета «Волжская коммуна» в 1955 г. писала про проезд Масленникова: «Ровная широкая магистраль ведет от

Ново-Садовой улицы к Семейкинскому шоссе. Вдаль уходят столбы троллейбусной линии, по бокам высятся новые многоэтажные дома. Это – проезд имени Масленникова. Еще недавно он считался окраиной. В последнее время он начал усиленно застраиваться жилыми домами. В прошлом году здесь сдано несколько четырехэтажных домов, в этом – пятиэтажный. В нижних этажах зданий открыты библиотека, продовольственные магазины, книжный магазин, парикмахерская. Строительство продолжается. ...Ближе к Семейкинскому шоссе идет отделка многоквартирного дома, а на противоположной стороне на днях экскаватор начал рыть фундамент еще для одного здания. Вечером широкая улица заливается электрическими огнями. Возле одного из новых зданий – общежития завода – многолюдно. Играет гармонь, танцуют пары» [1].

Основной архитектурно-планировочной организации проезда Масленникова стали 8 кварталов, которые своим периметром сформировали его застройку. Фронт уличных кварталов организован симметрично, по оси симметрии размещаются общественные здания – школа № 144, здание Института управленческих технологий и аграрного рынка (ИУТАР) и жилые здания. Пять перекрестков, зеленые курдонеры перед общественными и жилыми зданиями, стадион «Волга» образуют «пульсирующую» структуру пространственного коридора улицы, создавая необходимое композиционное разнообразие. Начинается улица зданием Фабрики-кухни, которая своими активными объемными формами акцентирует перекресток со стороны улицы Ново-Садовой, 5-этажная жилая застройка оформляет въезд на проезд Масленникова со стороны Московского шоссе (бывшего Семейкинского шоссе). Единая стилистика и композиционная структура застройки стали основой архитектурного ансамбля, сложившегося в 1940-1950-е гг. (рис. 1–6).

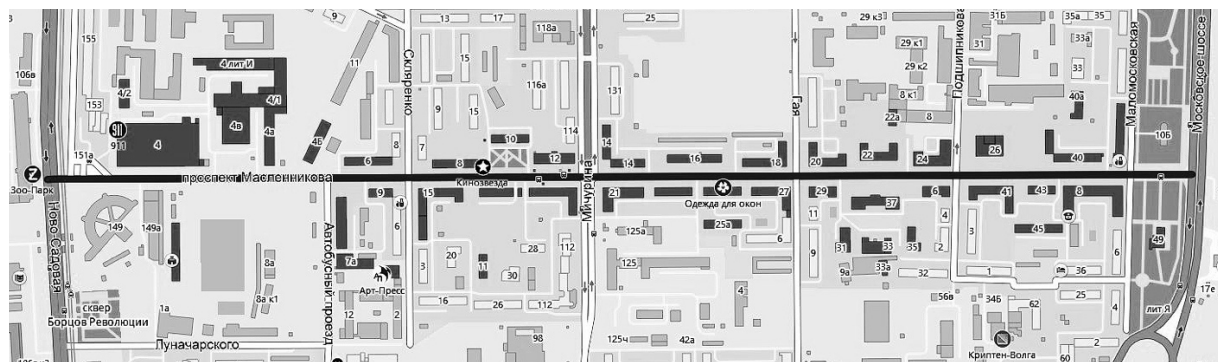


Рис. 1. Застройка проезда Масленникова 1940-1950-х гг.

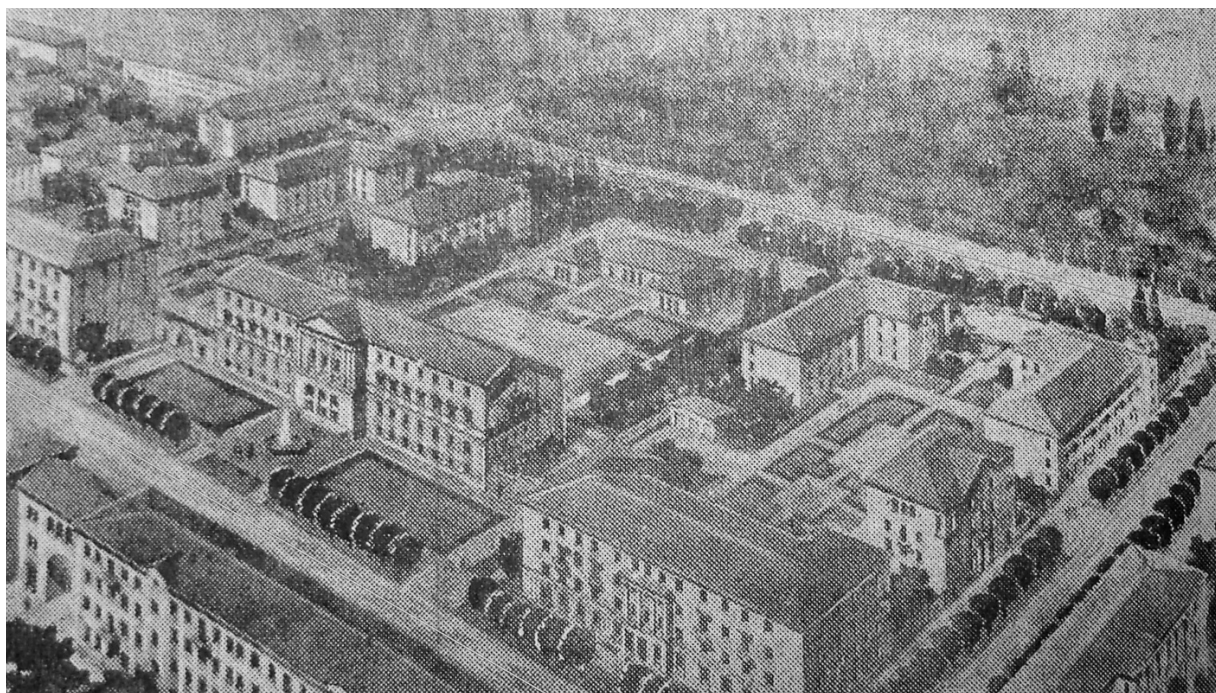


Рис. 2. Проект квартала комплексной застройки 1940-1950-х гг. в границах проезда Масленникова и улиц Подшипниковой и Гая [2]

Архитектурное оформление Фабрики-кухни, ул. Ново-Садовая, 149, архитектор И.Г. Салоникиди, 1944. Задача, которая ставилась перед архитектором, заключалась в уменьшении теплотерь здания и придании конструктивистскому объекту 1930-х годов классического облика, соответствовавшего задачам нового времени. В ходе реконструкции фасадов были заложены кирпичом остекленные объемы лестниц, уменьшены размеры витражных проемов в наружных стенах здания, заложен центральный остекленный вход и организованы входы непосредственно в лестничные клетки. Здание получило «классическое» оформление – горизонтальные тяги, карниз, руст на первом этаже. Соответственно в классическом стиле были оформлены интерьеры.

Жилой дом по пр. Масленникова, 15, 1945–1948, главными фасадами выходит на угол пр. Масленникова и ул. Складенко. Четырехэтажное здание располагается в структуре жилого квартала № 359. Внешний архитектурный облик жилого дома решен в стиле советской классики. Первые два этажа выявлены рустом и отделены от верхней части здания междуэтажным карнизом. Окна первого этажа завершаются витражами с арочными очертаниями. На 2, 3 и 4-м этажах запроектированы балконы, поддерживаемые декоративными кронштейнами. Угловая часть здания «срезана» под 45 градусов.

Профилированный карниз с зубцами завершает здание.

В соседнем квартале построено *общежитие завода им. Масленникова на углу улиц Складенко, 14 и Панова, архитектор М.Г. Мошкова, 1950.* Здание имеет четыре этажа и оформляет острый угол улиц Складенко и Панова. Угловой фасад симметричен и завершается декоративным фронтоном. Лоджии с балюстрадами фиксируют ось симметрии и завершаются арочным окном четвертого этажа. По ул. Панова здание пристроено к 2-3-этажному жилому дому, построенному ранее. По улице Складенко протяженный фасад завершается ризалитом с фронтоном. Окна четвертого этажа решены арочными.

Жилой дом 4 ГПЗ, пр. Масленникова, 23, Гипроавиапром, архитектор Н.Б. Кузнецов, 1952–1954. На основании решения Куйбышевского горисполкома от 29 марта 1951 года № 301 Государственному подшипниковому заводу № 4 был отведен земельный участок под жилищное и культурно-бытовое строительство в квартале № 361 Сталинского района г. Куйбышева (в настоящее время – Октябрьский район г. Самара). Проект, утвержденный приказом № 4615-Г Минавтотракторпрома от 23 сентября 1952 г., был выполнен институтом Гипроавиапром. Проектное задание разработано Куйбышевским проектным институтом «Горпроект». Распоряжением Куйбышевского горисполкома от



Рис. 3. Застройка проезда Масленникова, фото 1950-х гг.

22 октября 1954 года № 468-р был утвержден акт приемочной комиссии о сдаче в эксплуатацию жилого дома на 27 квартир с библиотекой и детскими яслями по пр. Масленникова. Четырехэтажное кирпичное здание состоит из трех секций. Построено на ленточном фундаменте из бутового камня, имеет железную кровлю и деревянные перекрытия. Запроектированы все виды инженерно-коммуникационных сетей: центральное отопление, водопровод, электроосвещение, канализация, газификация [3, 4].

Жилые дома, пр. Масленникова, 20, 24, архитекторы А.А. Каневский, М.Г. Мошкова, 1953–1955. На основании решения Куйбышевского горисполкома от 19 апреля 1951 года № 395 квартирно-эксплуатационному управлению ПриВО был отведен в бессрочное пользование земельный участок площадью 4 га в квартале № 376 Сталинского района г. Куйбышева по проезду Масленникова (в настоящее время – Октябрьский район г. Самары) для капитального строительства. В квартале, ограниченном пр. Масленникова, улицами Ботанической (ныне – Гая), Подшипниковой, Мопровской (ныне – Николая Панова), предполагалось построить два угловых дома с повторениями (дома № 20 и № 24). За основу был принят проект, разработанный проектной конторой горотдела по делам архитектуры. Этот проект был осуществлен ранее на пересечении улиц Молодогвардейской и Л. Толстого. Распоряже-

нием Куйбышевского горисполкома от 22 июля 1955 года № 364-р был утвержден акт приемочной комиссии о сдаче в эксплуатацию жилой части дома (строительный № 3/86) на 41 квартиру и спецподвала по пр. Масленникова и ул. Ботанической в квартале № 376 Сталинского района (в настоящее время – жилой дом № 20). Проект, утвержденный начальником строительства и расквартирования войск МО СССР 18 июня 1953 года, был выполнен институтом 347 Военпроект. Проектное задание рассмотрено на заседании архитектурной комиссии при начальнике отдела по делам архитектуры исполкома Куйбышевского городского Совета депутатов трудящихся 4 марта 1953 года. Экспертом, архитектором С.К. Ефремовым, были внесены следующие предложения: «...на главном фасаде – под угловым эркером запроектированы кронштейны, а под другими, такими же по форме эркерами их нет – желательно уравновесить одинаковые эркеры в деталях». Сооружение здания было начато 18 мая 1953 года и полностью завершено в июле 1955 года. Здание 4-этажное, кирпичное, состоит из четырех секций. Оба здания имеют все виды инженерно-коммуникационных сетей: центральное отопление, водопровод, электроосвещение, канализацию, газоснабжение [5–7].

Жилой городок 4 ГПЗ в границах улиц Масленникова, Мичурина, Подшипниковой и Луначарского, 1952–1956. На основании решения



Рис. 4. Жилой дом, ул. Масленникова, 20,
архитекторы А.Л. Каневский, М.Г. Мошкова, 1953-1955 (авторское фото)

Куйбышевского горисполкома от 29 марта 1951 года № 301 4 Государственному подшипниковому заводу (4 ГПЗ) были отведены земельные участки в кварталах № 361,362,363,377 и 378 (без участков, застроенных Военведом и заводом им. Масленникова) Сталинского района г. Куйбышева под постройку жилого городка первой очереди. К моменту проектирования в квартале № 361 по ул. Луначарского в 1940-е годы уже были построены двухэтажные дома.

Квартал № 362 в границах улиц Масленникова, Гая и Подшипниковой проектировался как единый архитектурно-градостроительный комплекс, включающий жилые дома, школы, детские сады, предприятия и учреждения социально-бытового и культурного обслуживания. Проект выполнялся ленинградским институтом Горстройпроект. О застройке этого квартала и проезда Масленникова в местной прессе сохранилась такая информация: «В 1956 году закончится строительство четырехэтажного жилого дома литер «А» в 361 квартале и благоустройство всего квартала. С окончанием строительства домов № 6 и 8, а также здания машиностроительного техникума завершится благоустройство 362 квартала. ...Планом застройки этого района предусмотрено также строительство жилых домов в кварталах 363 и 377 по обеим сторонам проезда имени Масленникова с выходом на Ново-Семейкинское шоссе. Здесь в двух угловых домах на 91 квартиру каждый разместятся столовая на 100 мест,

отделение почты и телеграфа, ателье трикотажных изделий, сберкасса и промтоварный магазин. В 1956 году намечается постройка в 363 квартале четырехэтажного жилого дома на 60 квартир и продовольственного магазина. С окончанием этого строительства завершится застройка проезда имени Масленникова с выходом на Ново-Семейкинское шоссе и этот район превратится в одно из красивейших мест города» [2].

Жилой дом, ул. Подшипниковая, 2, ленинградский институт Горстройпроект, архитектор Козлов, 1952–1954. Распоряжением Куйбышевского горисполкома от 23 июля 1954 года № 313-р был утвержден акт приемочной комиссии о сдаче в эксплуатацию жилого дома (строительный номер – 12) на 19 квартир с магазином по ул. Подшипниковой в квартале № 362 Сталинского района г. Куйбышева (в настоящее время – ул. Подшипниковая, 2). Проект, утвержденный приказом № 3860 Минавтотракторпрома ГУКС от 29 октября 1951 года, был выполнен институтом Ленгорпроект (инв. № 3454). Строительство велось 4 ГПЗ. Сооружение здания было начато в 1952 году и завершилось в июле 1954 года. Здание 3-этажное, кирпичное, состоит из двух секций. Имеет все виды инженерно-коммунальных сетей [4, 8].

Жилой дом, ул. Подшипниковая, 4, ленинградский институт Горстройпроект, архитекторы Козлов, Вильсон, 1952–1954. Жилой дом № 4 секционного типа на 12 квартир по ул. Подшип-



Рис. 5. Жилой дом, ул. Масленникова, 21, 1950-е (авторское фото)

никовой в квартале № 362 проектировался как часть крупного градостроительного ансамбля в границах пр. Масленникова и улиц Гая и Подшипниковой. Типовой проект был утвержден 29 октября 1951 года. Строительство здания начато в июне 1952 года и завершилось в декабре 1954 года. Ввод в эксплуатацию – акт приемочной комиссии о сдаче в эксплуатацию жилого дома на 12 квартир по ул. Подшипниковой от 4 марта 1954 года № 165. Четырехэтажное кирпичное здание состоит из одной секции. Имеет все виды инженерно-коммунальных сетей. Архитектура здания решена в стиле советской классики. Главный фасад здания имеет симметричную композицию. Центральная ось здания подчеркнута расположенным в уровне первого этажа парадным входом и декоративным порталом. Плоскость фасада завершена треугольным фронтоном с лепным декором. Окна третьего этажа декорированы прямыми профилированными сандриками. В угловой части первого этажа размещаются ниши с арочными очертаниями. На четвертом этаже углы здания акцентированы лоджиями. На боковых фасадах в простенках расположены круглые медальоны, в центре, на третьем этаже, запроектирован балкон [4, 8].

Квартал № 361 также проектировался комплексно. Жилой дом, пр. Масленникова, 35, ленинградский институт Горстройпроект, проект повторного применения, архитектор Яковлев, 1953–1955. Проект утвержден отделом по делам

архитектуры города Куйбышева 6 октября 1953 года. Строительство велось 4 ППЗ. Сооружение здания было начато в сентябре 1953 года и завершилось в октябре 1955 года. Распоряжением Куйбышевского горисполкома от 03 ноября 1955 г. № 559-р был утвержден акт приемочной комиссии о сдаче в эксплуатацию жилого дома на 17 квартир с детским садом на 36 мест. Здание 3-этажное, кирпичное, состоит из двух секций. Имеет все виды инженерно-коммунальных сетей [2, 9].

Жилой дом, пр. Масленникова, 25, ленинградский институт Горстройпроект, типовый проект, архитекторы К.Н. Терлецкий, Н.Б. Кузнецов, 1954–1956. В квартале № 361, ограниченном улицами Ботанической (ныне – ул. Гая), пр. Масленникова, Мичурина и Луначарского, предполагалось построить четыре дома «с повторениями»: два угловых и два фронтальных. За основу приняты проекты, разработанные институтом Гипроавиапром по типовым секциям серии 10 с переработкой первых этажей и частичной корректировкой фасадов (автор проекта Н.Б. Кузнецов). Проект утвержден приказом № 39 Главподшипник Министерства машиностроения СССР от 27 января 1954 года. Технический проект был выполнен Ленинградским отделением Горстройпроекта. Автор – архитектор К.Н. Терлецкий. Проектное задание было рассмотрено на заседании архитектурной комиссии при начальнике отдела по делам архитектуры исполкома Куйбышевского город-



Рис. 6. Жилой дом, ул. Масленникова, 39, 1950-е
(авторское фото)

ского Совета депутатов трудящихся 14 февраля 1951 года. В качестве замечаний экспертом, архитектором И.Г. Салоникиди, были отмечены: неоправданная «сбоченность» парадного входа, необходимость основательной проработки композиции фасада. Дома, обозначенные на плане литерами «А», «Б», «В», должны были выглядеть по пр. Масленникова как единый ансамбль. Просветы между торцами зданий планировалось заполнить каменной оградой. Строительство велось отделом капитального строительства 4 ГПЗ (подрядчик – жилищно-строительный цех завода). Сооружение здания было начато в мае 1954 года и завершено в январе 1956 года. Здание 4-этажное, кирпичное, состоит из трех секций. Имеет все виды инженерно-коммуникационных сетей: центральное отопление, водопровод, электроосвещение, канализацию, газоснабжение [9–11].

Жилой дом, пр. Масленникова, 27, типовой проект, архитекторы К.Н. Терлецкий, Н.Б. Кузнецов, 1954–1956. Проектное задание было рассмотрено на заседании архитектурной комиссии при начальнике отдела по делам архитектуры исполкома Куйбышевского городского Совета депутатов трудящихся 14 февраля 1951 года. Экспертом, архитектором И.Г. Салоникиди, были внесены следующие предложения: отказаться от раскреповки на короткой стороне здания (по ул. Ботанической), сделать «более энергично» раскреповку по пр. Масленникова, чтобы «сильнее подчеркнуть угол и избавиться от назойливости в перепадах эта-

жей», обратить внимание на разнохарактерность архитектурных «пятен» угловой части и «крыла». Строительство велось отделом капитального строительства 4 ГПЗ (подрядчик – жилищно-строительный цех завода). Сооружение здания было начато в августе 1954 года и завершено в сентябре 1956 года. Здание 4-этажное, кирпичное, состоит из четырех секций. Имеет все виды инженерно-коммуникационных сетей [11–13].

Жилой дом, пр. Масленникова, 29, типовой проект, архитекторы Ельчиных, Попов, 1953–1956. Типовой проект был выполнен институтом Гипровуз и утвержден приказом № 4632-Г Минавтотракторпрома от 29 сентября 1952 года. Строительство велось 4 ГПЗ. Сооружение здания было начато в июне 1953 года и завершилось в декабре 1956 года. Здание 4-этажное, кирпичное, состоит из двух секций. Построено на бутовом, ленточном фундаменте. Объект имеет все виды инженерно-коммунальных сетей [2, 13]. Об этом здании газета «Волжская коммуна» сообщала: «На днях на проезде имени Масленникова комиссия приняла в эксплуатацию новое 4-этажное жилое здание. В него вселятся семьи рабочих Куйбышевского подшипникового завода. На первых этажах готовятся к открытию обувной и мебельный магазины, аптека. Построено новое общежитие для работников подшипникового завода. Это шестой многоэтажный дом и второе общежитие, построенные для подшипниковцев за последнее время» [14].

На пересечении Московского шоссе и ул. Коммунистической (ул. Московская, 2) в 1953

году было построено 4-этажное здание *общежития молодежи Куйбышевского подшипникового завода*. «Недавно молодежь Куйбышевского подшипникового завода получила хороший подарок – новое 4-этажное здание. Пятьсот девушек вселилось в это общежитие. Здание имеет 140 жилых комнат, комнаты для приготовления уроков и чтения литературы, душевую, кухню с газовыми плитами, камеру хранения личных вещей» [15]. «В районе клинической больницы идет строительство 8-квартирных 2-этажных жилых домов силами самих рабочих. Намечается возвести 9 таких домов» [16].

Жилые кварталы по проезду Масленникова проектировались комплексно и застраивались одновременно. *Проект застройки квартала № 415 для 4 ГПЗ, Архитектурно-планировочная мастерская городского отдела по делам архитектуры г. Куйбышева, начальник мастерской В.Ф. Зарайский, гл. инженер П.Н. Ашитко, архитекторы Н.Г. Телицын, Колесников, 1949.* Квартал № 415 располагался в границах улиц 2-го проезда, 3-го проезда, Черновского шоссе (совр. улиц Революционной, Корабельной, 3-го проезда, Гагарина). Квартал делился Сквозным проездом (ул. Артемовской) на две части. Застройка была 2-этажной, на основе типовых проектов. Планировочное решение было симметричным относительно центральной оси, перпендикулярной к Черновскому шоссе. На этой оси располагались детские ясли. Площадь квартала составляла 3,4 га.

В связи с нехваткой средств, материалов и рабочей силы такие предприятия, как 4 ГПЗ, не могли удовлетворить потребность в постоянном росте жилых площадей для своих работников. Нужны были новые подходы в решении жилищной проблемы. Путь в решении этой проблемы видели в применении так называемого «горьковского метода», когда жилые дома строились силами будущих жильцов. В очерке «Своими силами», опубликованном в «Волжской коммуне» за 1957 год, говорилось следующее: «... профсоюзная организация совместно с дирекцией вынесла решение построить в этом году своими силами двадцать семь каменных двухэтажных домов». Для финансирования коллективного строительства жилых домов силами своих цехов выделялся аванс на приобретение материалов. «Сравнительно недалеко от завода – в тридцати минутах ходьбы и совсем близко от троллейбусной остановки раскинулась несколько необычная строительная площадка. ... Уже сейчас видны контуры будущего поселка» [17]. После окончания основной смены рабочие строили свое жилье. Завод помогал материалами и строительными механизмами.

Проект застройки квартала № 405, проектная контора «Горпроект», авторский коллектив:

управляющий конторой В. Зарайской, гл. инженер П.Н. Ашитко, архитектор А.Л. Каневский, Чумаченко, 1954-1955. Проект застройки квартала № 405 разрабатывался для СМУ № 1 треста № 3. Квартал размещался в границах улиц 1-й проезд, 2-й проезд, ул. 2-я Южная (совр. улицы Митирева, Революционная, Печерская). Это был комплекс 2-этажных типовых домов, представленный рядовыми и угловыми зданиями. Согласно проектному заданию была выполнена привязка 18-квартирного жилого дома по типовому проекту № 133 серии 204 на углу улиц 2-й Южной и 2-го проезда, а также привязка двух жилых 2-этажных домов по типовому проекту КС-8-51 и общежития на 100 человек по типовому проекту № 114 серии 204 по ул. 2-й Южной. Проект привязки разработан на основе решения Исполкома Куйбышевского Горсовета за № 1152 от 12 ноября 1953 года.

Проект застройки квартала № 387, проектная контора «Горпроект», авторский коллектив: управляющий конторой М.А. Труфанов, гл. инженер П.Н. Ашитко, нач. сектора А.Л. Каневский, архитекторы А.В. Годзевич, Соколова, 1957. Проект застройки разрабатывался для предприятия п/я № 59. Квартал размещался в границах улиц Мопрдовской, Ботанической, Новой, Подшипниковой (совр. улиц Н. Панова, Гая, Ерошевского, Подшипниковой). Это был комплексный проект, включавший две жилые группы 2-4-этажных домов, расположенных симметрично относительно внутреннего бульвара. По центральной оси располагалась школа на 920 учащихся со стадионом. Были запроектированы детский сад на 100 мест, магазин, комбинат бытового обслуживания, котельная, трансформаторная подстанция, гаражи для индивидуальных машин, сараи с хозяйственными домами. Проекты жилых домов и общественных зданий были типовыми. Всего было запроектировано 428 квартир. Общая площадь участка квартала под 2-этажные дома составляла 3,42 га, процент застройки составлял 27 %, жилая площадь на 1 га равнялась 1896 кв. м/га, плотность населения при 9 кв. м/чел. составляла 210 чел./га. Общая площадь под 4-этажные дома составляла 1,718 га, процент застройки – 29 %, жилая площадь на 1 га составляла 5157 кв. м/га, плотность населения при 9 кв. м/чел. составляла 573 чел./га. В расчет технико-экономических показателей участок школы (0,73 га) не входил. Площадь квартала в красных линиях составляла 6,288 га.

Выводы. Проезд Масленникова (в настоящее время проспект Масленникова) стал первой городской улицей социалистического Куйбышева послевоенного периода. Несмотря на то, что застройка осуществлялась для нескольких близлежащих заводов, проектирование велось в соответствии с генеральными планами и их

корректировками 1940-1950-х годов, где проезду Масленникова отводилась роль архитектурной магистрали. Это означало, что застройка, несмотря на разную ведомственную принадлежность, формировалась в соответствии с единым архитектурно-градостроительным замыслом, на основе комплексных укрупненных кварталов, с объектами культурно-бытового обслуживания, расположенными по пути следования рабочих предприятий домой. Главным принципом пространственной организации застройки был ансамблевый подход, где отдельные здания жилого и общественного назначения трактовались как единый архитектурно организованный комплекс – они акцентировали перекрестки улиц, были организованы симметрично относительно главной улицы, отодвигались от красной линии, образуя зеленые курдонеры, имели одинаковую высоту «под один карниз», единое стилевое решение в советской классике. Проезд Масленникова стал первой наиболее полно реализованной улицей, отвечающей требованиям создания нового облика социалистического города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Для блага народа // Волжская коммуна. 1955-11-24.
2. Соскинд А. (Начальник проектного сектора ОКСа) // Сталинский призыв. 03.12.1955-3.
3. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 246, д. 592.
4. ЦГАСО, ф. Р-4300, оп. 7, д. 95.
5. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, дд. 262,589.
6. ЦГАСО, ф. Р-876, оп. 2, д. 46.
7. ЦГАСО, ф. Р-4250, оп. 1, д. 46.
8. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 258, д. 523.
9. ЦГАСО, ф. Р-4300, оп. 7, д. 111.
10. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 258, д. 668.
11. ЦГАСО, ф. Р-4250, оп. 1, дд. 33,41.
12. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 258; д. 676.
13. ЦГАСО, ф. Р-4300, оп. 7, д. 130.
14. Майоров М. Новые кварталы подшипниковцев // Волжская коммуна. 04.11.1956-4.
15. Майорова М. Новое общежитие // Волжская коммуна. 21.08.1953-4.
16. Осетров А. Для станкостроителей // Волжская коммуна. 30.05.1957-4.
17. Брискин А. Своими силами // Волжская коммуна. 02.07.1957-3.

REFERENCES

1. For the benefit of the people. Volzhskaya kommuna [Volga commune],1955-11, no. 24.
2. Soskind A. (Head of the design sector of the OKS). Stalinskij prizyv [Stalin call],03.12.1955, no. 3.
3. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region], f. R-56, op. 51,246,592.
4. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region], f. R-4300, op. 7,95.
5. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region], f. R-56, op. 51, dd. 262,589.
6. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region], f. R-876, op. 2,46.
7. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region] , f. R-4250, op. 1,46.
8. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region], f. R-56, op. 51,258,523.
9. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region] , f. R-4300, op. 7,111.
10. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region] , f. R-56, op. 51,258,668.
11. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region] , f. R-4250, op. 1, dd. 33,41.
12. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region] , f. R-56, op. 51,258; 676.
13. TsGASO [Central State Archives of the Samara Region], f. R-4300, op. 7,130.
14. Mayorov M. New apartments of bearings. Volzhskaya kommuna [Volga commune],11.04.1956, no. 4.
15. Mayorova M. New hostel. Volzhskaya kommuna [Volga commune],21.08.1953, no. 4.
16. Sturgeon A. For machine tool builders. Volzhskaya kommuna [Volga commune],30.05.1957, no. 4.
17. Briskin A. On his own. Volzhskaya kommuna [Volga commune],02.07.1957, no. 3.

Об авторе:

САМОГОРОВ Виталий Александрович

кандидат архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой архитектуры
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-91
E-mail: samogorov@mail.ru

SAMOGOROV Vitaly A.

PhD in Architecture, Head of the Architecture Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 224,
tel. (846) 339-14-91
E-mail: samogorov@mail.ru

Для цитирования: Самогоров В.А. Проезд Масленникова – реализация мечты о социалистическом Куйбышеве // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 94–102. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.12.

For citation: Samogorov V.A. Maslennikova Ddriveway as the Ddream of Socialist Kuibyshev Realization. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 94–102. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.12.

О. С. СУББОТИН

ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА СОЧИ XVIII–XX ВВ.

HISTORICAL AND ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF SOCHI XVIII-XX CENTURIES

Обоснована актуальность историко-архитектурной среды в контексте становления и дальнейшего формирования ее культурного потенциала. Раскрыта целесообразность рассматриваемой среды поселения Сочи с позиции сохранения преемственности как основы архитектурно-градостроительного развития. Акцентировано внимание на природно-географических условиях местности, оказавших большое влияние на дислокацию фортификационных укреплений. Отмечено влияние шоссе и железно-дорожной дороги, предопределившей устойчивое развитие территорий Черноморского побережья. Освещены принципиальные вопросы пространственной композиции Сочи по отношению к природному ландшафту в целях создания комфортной архитектурной среды. Представлены отдельные объекты культурного наследия, обладающие исторической и архитектурной ценностью. Дано описание их архитектурных особенностей с историческими и современными иллюстрациями. Значительное место уделено сохранению целостности и самобытности историко-архитектурной среды как уникального национального достояния.

Ключевые слова: культурное наследие, потенциал, историко-архитектурная среда, композиция, пространство, структура, застройка, Сочи, ценность

Введение. Предметная область историко-архитектурной среды многогранна, она включает в себя совокупность элементов планировочной структуры поселения, сформировавшуюся в процессе эволюции во взаимосвязи с природным ландшафтом, специфические особенности и характеристики среды жизнедеятельности, многообразное культурное наследие, созданное прошедшими поколениями, в контексте его исторической, научной, художественной и архитектурной ценности, памятники архитектуры и народного зодчества, произведения монументального искусства. Объективный системный анализ данной области неоспоримо подтверждает, что памятники архитектурного наследия в совершенстве гармонируют с исторически ценной средой поселений. Поэтому важная роль в современной трансформации и модернизации, с точки зрения стратегии развития архитектурно-планировочной структуры

The relevance of the historical and architectural environment in the context of the formation and further formation of its cultural potential is substantiated. Expediency of the considered environment of the settlement of Sochi from the position of continuity preservation as the basis of architectural and urban development is revealed. Attention is focused on the natural and geographical conditions of the area, which had a great impact on the deployment of fortifications. The influence of the highway and railway, which predetermined the sustainable development of the territories of the Black Sea coast, is noted. The fundamental issues of the spatial composition of Sochi in relation to the natural landscape in order to create a comfortable architectural environment are highlighted. Individual objects of cultural heritage with historical and architectural value are presented. The description of their architectural features with historical and modern illustrations is given. Considerable attention is paid to preserving the integrity and identity of the historical and architectural environment as a unique national treasure.

Keywords: cultural heritage, potential, historical and architectural environment, composition, space, structure, building, Sochi, value

поселения, должна отводиться обеспечению сохранности функциональной значимости и территориально-пространственной целостности исторической застройки как уникального и самобытного национального богатства.

Архивные документы, фондовые материалы, связанные с историко-архитектурной средой территориального образования, позволяют четко определить основные периоды его формирования и дальнейшего развития, с возможностью проанализировать и зрительно воспринять исторический художественный облик застройки территорий, оценить эстетическую ценность наследия, культурный ландшафт, а также дать характеристику преемственности и традициям самобытного регионального зодчества. Процесс заложения основы историко-архитектурной среды Сочи неразрывно связан с начавшимся в конце XVIII в. завоеванием земель Черноморского побережья Кавказа. Наряду с этим исто-

рико-географическая достоверность научного исследования дает возможность составить модель пространственно-временной архитектурно-градостроительной эволюции поселения, начиная с первоначальных оборонительных сооружений. Вследствие этого значительное внимание необходимо уделять сохранению руин памятников фортификационных укреплений, которые были возведены в целях защиты южных границ Российской империи и положили начало заселению и становлению ряда населенных пунктов, начальной стадии развития централизованной системы расселения, в частности Черноморского побережья России и в целом Кубани.

Становление историко-архитектурной среды Сочи. «Стратегический фактор» сыграл основополагающую роль в истории становления и формирования Сочи. Особенно следует отметить историческую значимость береговых военных укреплений XIX в. [1, с. 29], возведенных в обозначаемый период. Данные сооружения представляли собой градостроительные природно-антропогенные комплексы с определенной для них средой. На выбор участка для строительства оборонительных сооружений особое влияние оказал характер природного ландшафта и рельеф местности, а также стратегические приоритеты. Надлежит отдать должное рациональной и экономической планировке застройки оборонительных сооружений – укреплений Святого Духа, форты Головинский и Александрийский (рис. 1, 2).

Знаменателен тот факт, что жители Сочи считают днем основания города – день осно-



Рис. 1. Карта фортификационных укреплений в районе Сочи, 1830-е гг.

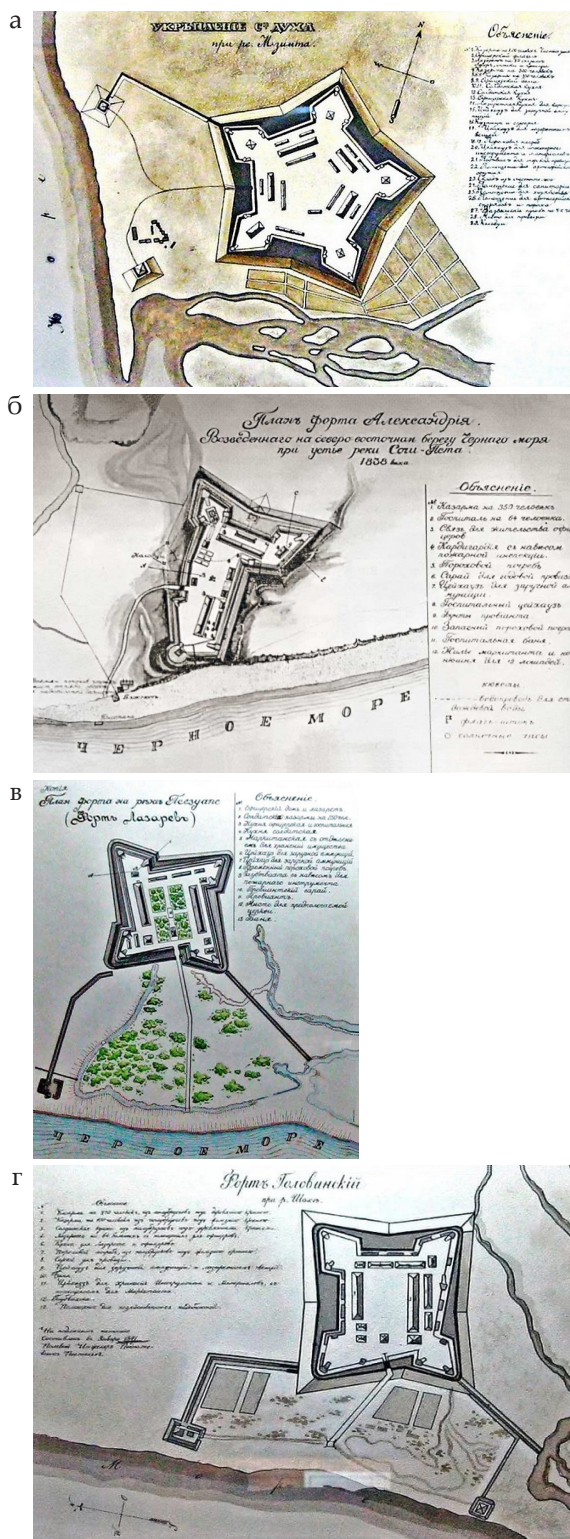


Рис. 2. Планировочные схемы фортификационных укреплений в районе Сочи, 1830-е гг.: а – укрепление Святого Духа (1837 г.); б – форт Александрия (Навагинский) (1838 г.); в – форт Лазарева (1839 г.); г – форт Головинский (1839 г.)

вания форта Александрия, а именно 21 апреля 1838 г.

Наглядно становление историко-архитектурной среды Сочи можно проследить, изучая хронологию истории создания Черноморского округа и Черноморской губернии. 23 мая 1896 г. в соответствии с утвержденным «мнением Государственного Совета [2, с. 486–489]» Черноморская губерния разделяется на три округа, одним из которых является Сочинский округ, и одновременно с этим в посаде Сочи (рис. 3, 4) вводится городское положение. Согласно указанному положению управление в селениях образуется на общих осно-

ваниях, а ведомству сельского старшины подчиняются мещане, посадские, цеховые и ремесленники, живущие как на землях, принадлежащих частным лицам, так и находящиеся в казенных владениях. Таким образом, законодательно установленные правила устройства способствовали не только формированию в установленных границах Черноморской губернии социальных отношений, торговых и экономических связей, но развитию культуры и созданию целостной и устойчивой среды жизнедеятельности.

Строительство в 1892–1893 гг. шоссе Новороссийск-Сухум сделало возможным пре-

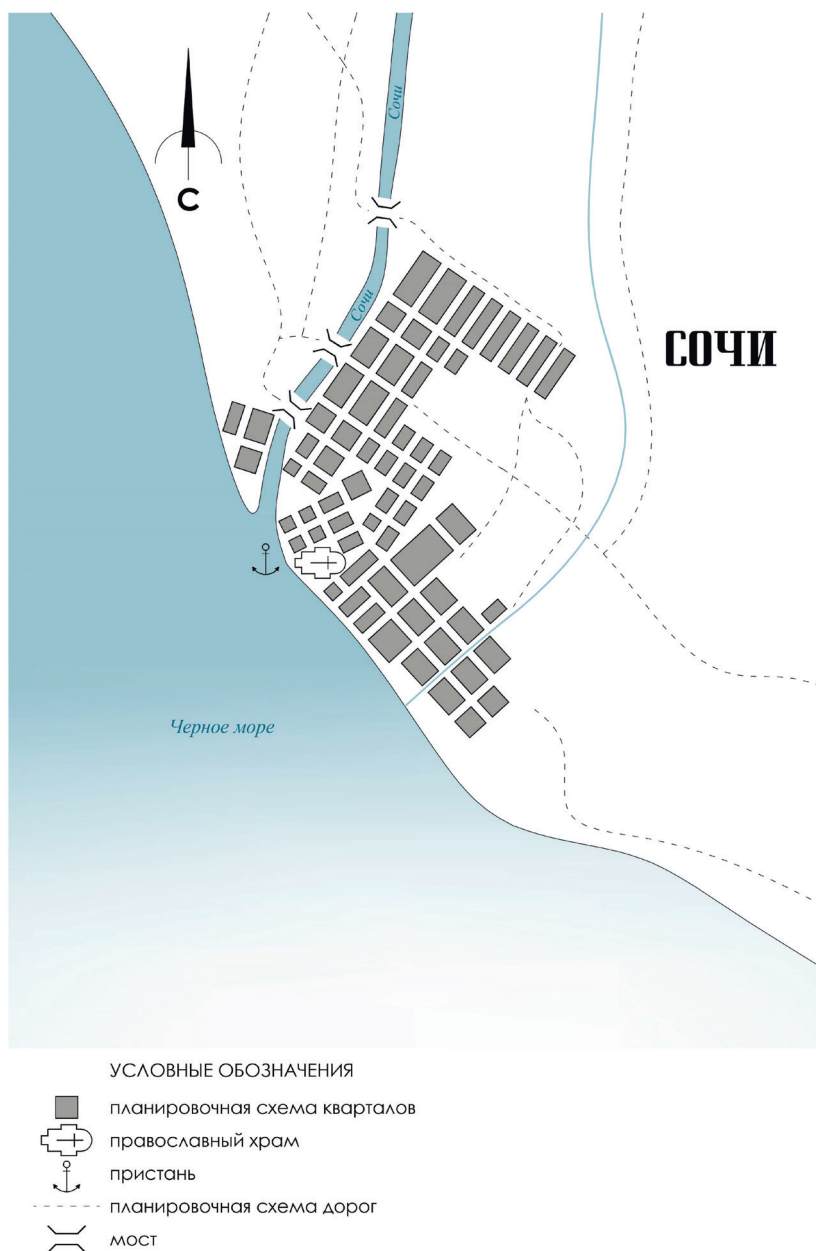


Рис. 3. План посада Сочи, начало XX в.



Рис. 4. Посад Сочи, конец XIX – начало XX в.:
а – панорамный вид с моря; б – фактический вид набережной

образование и развитие населенных пунктов в системе расселения Черноморского побережья Российской империи, намного подняло их благосостояние, способствуя тем самым совершенствованию качества архитектурной среды. Также этому развитию способствовало последующее строительство Черноморской железной дороги в первые десятилетия XX в., несмотря на сложные берегоукрепительные работы, прокладку тоннелей, сооружение мостов в горных и предгорных зонах. Вместе с тем настала потребность в изменении границ посада Сочи, доступность к сопредельным территориям. Эта достоверность подтверждается в отчетном докладе сочинского городского старосты, опубликованного в журнале № 130 от 18 июля 1913 г. Очередного Заседания Собрания Уполномоченных Сочинского Городского Упрощенного Управления (Государственный Архив Краснодарского края, Фонд 468 опись 2, дело 522, лист 74.), в котором указывалось, что «Сочи как курорт, с прочно установившейся репутацией климато-лечебного места, с одной стороны, и как будущий крупный центр Черноморского побережья – с другой, не может долее существовать и правильно развиваться в пределах своей чрезвычайно ограниченной территории, и вопрос о расширении этой черты теперь совершенно назрел и является своевременным именно в настоящий момент, в связи с проведением железной дороги, и может быть разрешен без всяких затруднений, тогда как даже в ближайшем будущем могут встретиться труднопреодолимые препятствия».

В конце XIX – начале XX в. посад Сочи с прекрасными морскими пейзажами в контексте объемно-пространственной композиции населенного пункта становится градообразующим ядром губернского территориального образования по отношению к окрестным территориям и маленьким поселениям (местечкам) – Адлером и Хостой. Природные факторы оказывали большое влияние на живописную

композицию застройки данных поселений. Утопающие в зелени территории, с различными по степени сложности уклонами рельефа, в значительной степени обусловили формирование надлежащей планировочной структуры населенных мест и организацию выразительного художественного облика Черноморского побережья, что также обогатило историко-архитектурную среду Адлера и Хосты (рис. 5, 6).

Привлекательные визуально-эстетические характеристики природного ландшафта, живописных открытых пространств, причудливых дачных домиков, утопающих в зелени и цветах, ежегодно привлекают большое количество туристов в Сочи. При этом жители, а также владельцы дачных домов в меру своих возможностей заняты благоустройством, приводят в порядок аллеи и парки, сохраняют ценные естественные ландшафты, используя их преимущества на благо развития архитектурной среды, общественных пространств. Это во многом способствует гармоничному соединению различных частей города, территорий с окружающей средой. Поэтому не случайно предметом национальной гордости сочинцев являются благоустроенные парки, засаженные как естественной, так и специально привезенной из различных стран растительностью, среди которых особое место занимает дендрологический парк «Ривьера», строительство которого началось в 1898 г., принадлежащий меценату купцу I гильдии В.А. Хлудову (рис. 7). В.А. Хлудов был не только одним из первопроходцев, осваивавших сочинские земли, но и новатором в деле устройства парка, собрав на собственные сбережения редчайшую ботаническую коллекцию.

Следует также воздать должное сочинскому собору Михаила Архангела – первой православной церкви, расположенной в юго-восточной части Черноморского округа, строительство которой по проекту архитектора А.С. Каминского завершилось в 1890 г. (рис. 8).



Рис. 5. Местечко Хоста, конец XIX – начало XX в.:
а – схематический план поселения [3]; б – общий панорамный вид поселения

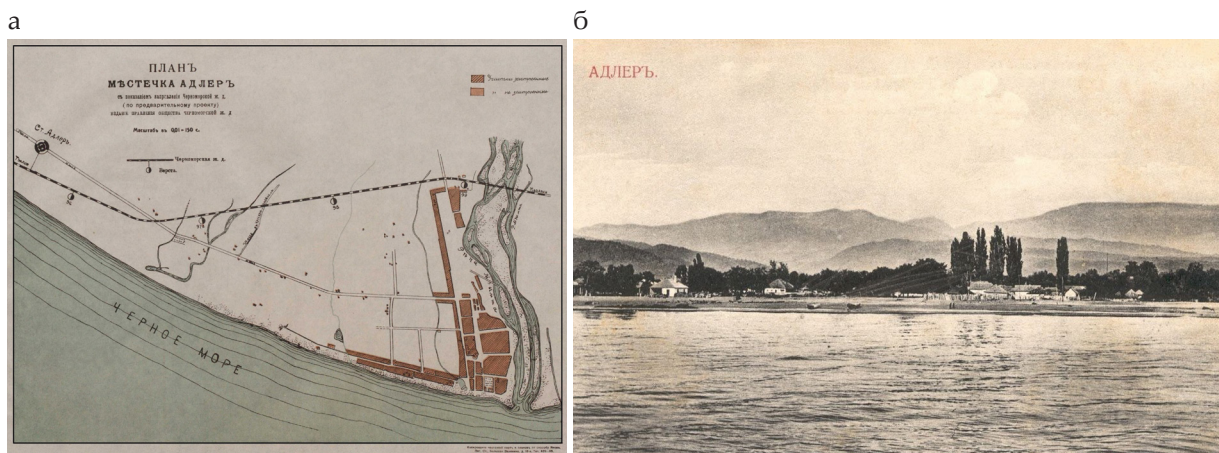


Рис. 6. Местечко Адлер, конец XIX – начало XX в.:
а – схематический план поселения [3]; б – панорамный вид с моря

В плане церковь была задумана в форме четырехконечного креста, фасадная часть которого вытянута [4, с. 20]. Силуэт собора хорошо просматривался с нижней части города и с моря и выглядел на фоне гор легким и изящным. Это позволило церкви в течение многих лет сохранять значительность градостроительного звучания на фоне меняющегося архитектурного окружения [5, с. 17].

Контексты историко-архитектурной среды в системе композиционного единства застройки. Говоря о Сочи в начале XX в., нельзя не забывать, что город Сочи быстро развивался не только как населенный пункт, но еще в большей мере как курорт [6, с. 94]. Благодаря сло-

жившимся природно-климатическим условиям местности, окруженной ярко выраженными горными склонами, защищающими поселение от холодных ветров, и лечебно-профилактическим фактором Черного моря, в довольно непродолжительный период времени начинается строительство санаторно-курортных комплексов, одним из которых является курорт «Кавказская Ривьера» (автор архитектурного проекта и дизайнерских решений – В.А. Ион) (рис. 9).

Посаду Сочи была свойственна достаточно выраженная архитектурная среда в соответствии со своей объемно-планировочной структурой во взаимосвязи с прилегающими к его границам территориям – «Верещагинским участкам»



Рис. 7. Сочи, Хлудовский парк, конец XIX – начало XX в.

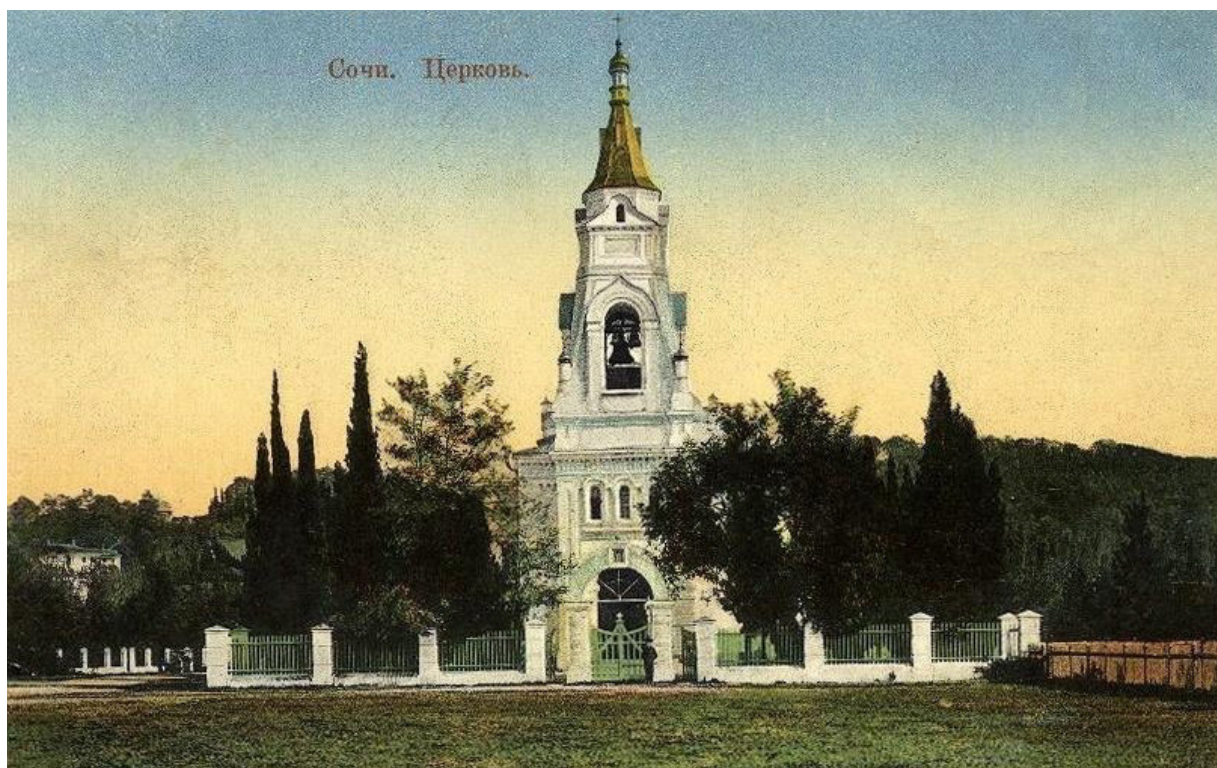


Рис. 8. Сочи, собор Михаила Архангела

и «Хлудовской стороной». В архитектурном преобразовании поселения особо важное место занимали природно-ландшафтные решения территориальных пространств с их функционально-эстетическими свойствами. Поэтому сохранение данной структуры, а также элементов регулярной и нерегулярной застройки в непосредственной корреляции с природным ландшафтом в историческом и временном развитии особенно актуально. Известно, что еще до «до XVIII в. задача сохранения каких-либо фрагментов исторической среды не носила проблемный характер, а отдельные восстановительные работы были связаны с необходимостью возобновления прежней функции» [7, с. 25; 8]. Необходимо также сохранять элементы пространственной организации, отражающей расположение

и взаимосвязь функциональных зон различного назначения [9, с. 36].

В 1920–1930 гг. на смену привычной провинциальной городской среде Сочи приходит абсолютно новая цикличность развития, в частности начинает интенсивно осуществляться курортное строительство, разрабатываются градостроительные решения по реконструкции Сочи – Мацестинского курорта, включая транспортную инфраструктуру (рис. 10).

На протяжении длительного периода первой половины XX столетия в архитектурных произведениях выдающихся зодчих, участвующих в создании «неповторимого» приморского облика Сочи как «города-сада», был заложен принцип взаимодействия объемно-пространственных решений различных объектов и соразмерность их



Рис. 9. Сочи, курорт «Кавказская Ривьера»




Рис. 10. Схема планировки курортного района Сочи–Мацеста, 1930-е гг.

частей с окружающей средой для достижения гармонии архитектуры с природным ландшафтом, а также с учетом особенностей предметного восприятия. Возводятся градоформирующие комплексы здания и сооружения, обладающие историко-архитектурной, художественной и научной ценностью, которые в настоящее время являются объектами культурного наследия

федерального значения, такие как Ривьерский мост, построенный по принципу «золотого сечения», Зимний театр – символ театрального Сочи, специализированное медицинское учреждение – санаторий Наркомтяжпрома (ныне санаторий имени С. Орджоникидзе – прим. автора) и многие другие шедевры архитектуры (см. таблицу).

Объекты культурного наследия федерального значения г-к Сочи, обладающие историко-архитектурной, художественной и научной ценностью

| Наименование объекта | Наименование акта о принятии объекта на госохрану | Историческое изображение объекта / Современное изображение объекта | Описание особенностей объекта |
|---|---|---|--|
| <p>Виадук через р. Сочи – в створе Курортного пр. (устье р. Сочи – у парка «Ривьера»). 1936 г., арх. И.В. Жолтовский</p> | <p>Документ о принятии под охрану: Ф624 Реестровый № Минкультуры РФ: 3191. Код памятника: 2310081000</p> |  | <p>Весь мост облицован штучным, подпорные стены подходов – мозаичным камнем. Мост, в своей архитектурно-художественной форме, отразил высокий уровень культуры мостового сооружения, достойный прекраснейшей дороги Сочи-Магиста</p> |
| <p>Зимний театр (Театральная площадь, 2). 1937 г., арх. К.Н. Чернопятов, консульт. В.А. Шуко, В.Г. Гельфрейх, скульп. мастерская В.Г. Мухиной</p> | <p>Документ о принятии под охрану: Ф624 Реестровый № Минкультуры РФ: 3192. Код памятника: 2310104000</p> |  | <p>Здание выполнено в виде классического периптера, усложненного двумя – восточным и западным – выдвинутыми портиками. Главный вход в пять порталов ведет внутрь двухсветного фойе с колоннадой по периметру</p> |
| <p>Санаторий имени С. Орджоникидзе – комплекс из 15 объектов (Курортный р., 96/5). 1934-1937 гг., арх. И.С. Кузнецов</p> | <p>Документ о принятии под охрану: Ф624, Р540. Реестровый № Минкультуры РФ: 3118. Код памятника: 2303084000, 2310088000</p> |  | <p>В центре стоит главное здание, включающее клубную и столовую; справа и слева под прямым углом к нему расположены спальные корпуса. Образуется особый вид горного курдонаера, отделенного от проезда автострады высокими отметками</p> |

«Важной чертой развития зодчества в XX столетии стало быстрое распространение вновь возникающих течений и направлений» [10, с. 8]. Так, например, 1930-е гг. были богатыми для советского зодчества. «В результате постепенно сформировалось некое синтетическое направление известное под названием «Архитектура тридцатых годов». Оно соединяло частоту и объемно-пространственные композиции конструктивизма с пластическим богатством и некоторыми традиционными приемами традиционного зодчества» [11, с. 229].

Формирование традиционной историко-архитектурной среды Сочи наряду с памятниками архитектуры и градостроительства, инженерного и монументального искусства складывалось с учетом горно-долинного ландшафта, что во многом характеризует идентичность национальной архитектуры приморских поселений России. При этом стилистика и принципы развития указанной среды Сочи в обозначенный хронологический период XVIII–XX вв. являются уникальным культурным феноменом мирового значения.

Вывод. Основопологающим вектором социокультурной организацией территориального пространства Сочи XIX–XX вв. по праву можно считать историко-архитектурную среду, опирающуюся на национальные традиции и общепринятые ценности, окружающие человека. Одновременно историко-культурный потенциал указанной среды играет исключительную роль в архитектурно-планировочной структуре населенного пункта в контексте устойчивого развития территорий. Именно общепринятые характеристики архитектурной среды, с учетом уникального историко-культурного наследия, создают имиджевый статус исторического поселения г. Сочи. «Вместе с тем исследование, выявление и определение отличительных свойств и совершенства исторической среды в соответствии с ее ценностью и значимостью в рамках определенного культурно-исторического контекста» [12, с. 17] позволяют раскрыть базовое соотношение различных городских пространств с точки зрения масштабности, композиции и культурного слоя. Признание фундаментальной ценности историко-архитектурной среды представляется значимым основополагающим «ресурсом культурного потенциала» [13, 14], созданного предшествующими поколениями. Одновременно «должны быть разработаны основные направления градостроительного регулирования приморских и приречных территорий» [15, с. 752]. Наряду с этим особое значение необходимо уделять сохранению целостности историко-архитектурной среды, ее националь-

но-этнической самобытности, обусловленной своеобразием культур многонационального народа, а также упрочению гармонично организованного исторического каркаса поселения, воссозданию отдельных утраченных памятников архитектурного наследия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Субботин О.С. Основные исторические этапы архитектурно-градостроительного развития г. Сочи (XIX – первая половина XX в.) // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура. 2021. № 1 (112). С. 29–32.
2. Полное собрание законов Российской империи. Собрание 3. Том XVI. Отделение 1. 1896. От № 12355–13610. № 12995. Санкт-Петербург: Государственная типография, 1899. 1179 с.
3. Москвич Г.Г. Иллюстрированный путеводитель по Кавказу с приложениями. Санкт-Петербург: Издательство путеводителей Григория Москвича. 1913. 498 с.
4. Субботин О.С. История архитектуры православных храмов Черноморского побережья России // Жилищное строительство. 2013. № 10. С. 18–22.
5. Гусева А.В. Лики старого Сочи. Сочи на старинных открытках. [Б. м.]: Издатель Игорь Платонов, 2014. 160 с.
6. Гордон К.А. Старый Сочи конца XIX – начала XX веков: литературно-художественное издание. 2-е изд., испр. и доп. Сочи: ЗАО «Дория», 2005. 164 с.
7. Вавилонская Т.В. Стратегия обновления архитектурно-исторической среды: монография / СГА-СУ. Самара, 2008. 368 с.
8. Akhmedova E., Vavilonskaya T. Digital transformation of existing cities. E3S Web of Conferences 2019. С. 02027.
9. Субботин О.С. Проблемы сохранения архитектурно-градостроительного наследия в условиях современного города (на примере Краснодара) // Жилищное строительство. 2017. № 7. С. 35–40.
10. Мастера архитектуры об архитектуре: Зарубежная архитектура. Конец XIX–XX в.: избранные отрывки из писем, статей, выступлений и трактатов: переводы / под общ. ред. А.В. Иконникова [и др.]. М.: Искусство, 1972. 590 с., ил.
11. Заварихин С.П. Город и зодчий. Архитектурная школа гражданских инженеров в Петербурге. СПб: СПбГАСУ, 2007. 336 с.
12. Субботин О.С. Реорганизация существующей жилой застройки в исторической среде поселений (на примере Краснодара) // Жилищное строительство. 2017. № 8. С. 20–24.
13. Перени И. Город, человек, окружающая среда: пер. с венгерского В. Шер. Будапешт: Издательство Академии наук Венгрии, 1981. 195 с.
14. Ахмедова Е.А. Методика комплексных исследований пространственно-планировочной структуры исторического поселения (на примере Самары) //

Проблемы градостроительной реконструкции: сборник статей. Самара: СамГУ, 2019. С. 28–35.

15. Subbotin O.S. Architectural and Planning Principles of Organization and Reconstruction of Coastal Areas // Materials Science Forum. 2018. T. 931 MSF. С. 750–753.

REFERENCES

1. Subbotin O.S. The main historical stages of architectural and urban development of Sochi (XIX – the first half of the XX century). *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Brest State Technical University. Construction and architecture], 2021, no. 1 (112), pp. 29–32. (in Russian).

2. *Polnoye sobraniye zakonov Rossiyskoy imperii. Sobraniye 3. Tom XVI. Otdeleniye 1. 1896. Ot № 12355–13610. № 12995* [Complete collection of laws of the Russian Empire. Collection 3. Volume XVI. Branch 1. 1896. From No. 12355–13610. No. 12995]. St. Petersburg: State Printing House, 1899. 1179 p.

3. Moskvich G.G. *Illyustrirovannyi putevoditel' po Kavkazu s prilozheniyami* [Illustrated guide to the Caucasus with appendices]. St. Petersburg: Publishing house of Grigory Moskvich travel guides, 1913. 498 p.

4. Subbotin O.S. [History of the architecture of Orthodox churches of the Black Sea coast of Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2013, no. 10, pp. 18–22. (in Russian).

5. Guseva A.V. *Liki starogo Sochi. Sochi na starinnykh otkrytkakh* [Faces of old Sochi. Sochi on old postcards]. Publisher Igor Platonov, 2014. 160 p.

6. Gordon K.A. *Staryy Sochi kontsa XIX – nachala XX vekov: Literaturno-khudozhestvennoye izdaniye* [Old Sochi of the late XIX – early XX centuries: Literary and artistic publication]. 2–nd edition. Corrected and supplemented. Sochi: ZAO Doria 2005. 164 p.

7. Vavilonskaya T.V. *Strategiya obnovleniya arkhitekturno-istoricheskoy sredy: monografiya* [Strategy for updating the architectural-historical environment: monograph]. Samara, 2008. 368 p.

8. Akhmedova E., Vavilonskaya T. Digital transformation of existing cities. E3S Web of Conferences, 2019, 02027.

9. Subbotin O.S. Problems of preservation of architectural and town-planning heritage in the conditions of a modern city (on the example of Krasnodar). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction], 2017, no. 7, pp. 35–40. (in Russian).

10. *Mastera arkhitektury ob arkhitekture: Zarubezhnaya arkhitektura. Konets XIX–XX v.: Izbrannyye otryzki iz pisem, statey, vystupleniy i traktatov: Perevody* [Masters of Architecture on Architecture: Foreign Architecture. End of XIX–XX centuries: Selected excerpts from letters, articles, speeches and treatises: Translations]. Under the general editorship of A.V. Ikonnikov [and others]. Moscow: Art, 1972. 590 p.

11. Zavarikhin S.P. *Gorod i zodchiy. Arkhitekturnaya shkola grazhdanskikh inzhenerov v Peterburge* [City and architect. Architectural School of Civil Engineers in St. Petersburg]. SPb: FBI HPE SPbGASU, 2007. 336 p.

12. Subbotin O.S. Reorganization of the existing residential development in the historical environment of settlements (for example, Krasnodar). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction], 2017, no. 8, pp. 20–24. (in Russian).

13. I. Pereni. *Gorod, chelovek, okruzhayushchaya sreda* [City, people, environment]: translated from the Hungarian by V. Scheer. Budapest: publishing House of the Hungarian Academy of Sciences. 1981. 195 p.

14. Akhmedova E.A. Methodology for comprehensive studies of the spatial planning structure of a historical settlement (on the example of Samara). *Problemy gradostroitel'noj rekonstrukcii* [Problems of urban planning reconstruction]. Samara, 2019, pp. 28–35. (in Russian).

15. Subbotin O.S. Architectural and Planning Principles of Organization and Reconstruction of Coastal Areas. Materials Science Forum, 2018, vol. 931, pp. 750–753.

Об авторе:

СУББОТИН Олег Степанович

доктор архитектуры, доцент, профессор
кафедры архитектуры
Кубанский государственный аграрный университет
имени Трубилина
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
тел. (861) 221-59-15
E-mail: subbos@yandex.ru

SUBBOTIN Oleg Stepanovich

Doctor of Architecture, Assistant Professor, Professor of
the Architecture Chair,
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin
350044, Krasnodar, Kalinina Str., 13,
tel. (861) 221-59-15
E-mail: subbos@yandex.ru

Для цитирования: Субботин О.С. Историко-архитектурная среда Сочи XVIII–XX вв. // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 4. С. 103–112. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.13.

For citation: Subbotin O.S. Historical and Architectural Environment of Sochi XVIII–XX Centuries. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 103–112. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.13.

В. Д. ФИЛИППОВ**ДВИЖЕНИЕ ИСКУССТВ И РЕМЕСЕЛ В АРХИТЕКТУРЕ****ARTS & CRAFTS IN ARCHITECTURE**

В середине XIX столетия в Англии возникло движение Искусств и Ремёсел. Описано развитие движения в Англии, США, Германии. Показано влияние идей романа «Вести из ниоткуда» Уильяма Морриса на возникновение идеи города-сада Эбенезера Говарда и на сохранение исторического наследия городов. Описано влияние Питера Уайта на появление Искусств и Ремёсел в США, на формирование Чикагской школы, а также первое в мире проявление «модерна» в архитектуре Луи-са Салливана. Показано влияние Густава Стикли на рождение американского народного стиля жилого дома и его содействие модернизму Ирвинга Джона Гилла. Описаны особенности Искусств и Ремёсел в Германии, подчёркнута роль Германа Мутезиуса в процессе эволюции движения от неприятия промышленного производства к объединению с ним и учреждению Немецкого Веркбунда. Показано влияние идей Мутезиуса на немецкое искусство 1920-х гг. Дано описание эстетического направления движения, получившего название «модерн», и приведены его примеры в Бельгии, Германии, Австрии, Шотландии. Подчёркнуто значение движения как основы для рождения современной архитектуры.

Ключевые слова: Искусства и Ремёсла, Уильям Моррис, Питер Уайт, Густав Стикли, Герман Мутезиус, Немецкий Веркбунд, модерн

Промышленная революция XIX в. привела к появлению новых технологий и новых материалов, которые к концу века нашли своё применение в индустриальном строительстве. Это изобретение железобетона и появление металлических, а также железобетонных конструкций с ранее недоступными размерами и прочностью, в строительстве появились машины и механизмы, позволившие строить и эксплуатировать здания ранее недостижимых размеров. С другой стороны, промышленная революция проявила невиданные ранее масштабы социальной несправедливости, выразившейся в ничем не ограниченной эксплуатации человека человеком. Поэтому неограниченный (как тогда казалось) рост возможностей человека, вместе с небывалым ростом несправедливости, привели к появлению идей более рационального устройства общества при помощи

In the middle of the 19th century, the Arts and Crafts movement emerged in England. The development of the movement in England, USA, Germany is described. The influence of the ideas of the novel “News from Nowhere” by William Morris on the emergence of the idea of a garden city by Ebenezer Howard and on the preservation of the historical heritage of cities is shown. Describes the influence of Peter White on the emergence of Arts and Crafts in the United States, on the formation of the Chicago School, as well as the world’s first manifestation of “modern” in the architecture of Louis Sullivan. Shows the influence of Gustav Stickley on the birth of the American folk style of a residential building and his contribution to the modernism of Irving John Gill. The features of the Arts and Crafts in Germany are described, the role of Hermann Muthesius in the evolution of the movement from rejection of industrial production to unification with it and the establishment of the German Werkbund is emphasized. The influence of Muthesius’ ideas on the German art of the 1920s is shown. A description of the aesthetic direction of the movement, which received the name “modern”, is given and examples of it in Belgium, Germany, Austria, Scotland are given. The importance of movement as the basis for the birth of modern architecture is emphasized.

Keywords: Arts & Crafts, William Morris, Peter Wight, Gustav Stickley, Hermann Muthesius, Deutscher Werkbund, Art Nouveau

разумной и справедливой организации жизни людей, главные роли в которой должны были сыграть искусство и архитектура.

Искусства и Ремёсла в Англии

В середине XIX столетия в Англии возникло движение Искусств и Ремёсел (Arts & Crafts), идейными лидерами которого стали Джон Раскин (1819–1900) и Уильям Моррис (1834–1896). В книге «Семь светочей архитектуры» (1849) Раскин так изложил требование к правдивости архитектуры, которая должна отражать и природу материала, и правду труда: «В архитектуре же возможно другое, более ясное, более предосудительное по природе истины — прямой подлог, касающийся природы материала или количества затраченного труда. Речь идет о неправде в полном смысле этого слова, которая так же заслуживает

осуждения, как любая безнравственность; она одинаково не достойна как архитекторов, так и наций; и повсюду, где бы она ни была распространена и допущена, она служит признаком явной деградации искусства.... Если даже мы не в силах создать значительную, прекрасную и оригинальную архитектуру, то мы можем создать честную архитектуру: можно простить ограниченность наших возможностей вследствие бедности, уважать строгость целесообразности, но низость обмана не заслуживает ничего, кроме презрения» [1].

Уильям Моррис, поэт и художник, с архитектором Филипом Уэббом (1831–1915) в 1859 г. спроектировал и в 1860 г. построил «Красный дом», где правдивость материала и честность труда были основными принципами. Дом получил своё название благодаря простой черепице на крыше и неоштукатуренным стенам, а весь интерьер и вся мебель были сделаны руками Морриса и его друзей, и у каждого предмета был свой автор, который его придумал и сделал своими руками, как это было когда-то принято у средневековых ремесленников. Но, в отличие от средневековых зданий, дом Морриса был не только честен, но и прост: никаких декораций под что-либо, всё, как у народных мастеров, добротное, основательно и целесообразно. Свободный и творческий труд ремесленника, в отличие от капиталистического обезличенного разделения труда, представлялся средством совершенствования и самого человека, и отношений между людьми, которые также должны были стать свободными и творческими. «Красный дом» Морриса стал первой попыткой построить здание, объединявшее в себе: архи-

тектуру, живопись, скульптуру и разные виды прикладного искусства. Искусства в жизни человека должны были способствовать гармоничному изменению его жизни.

В 1861 г. Моррис с единомышленниками организовал фирму Morris, Marshall, Faulkner & Co (после 1875 г. Morris & Co), которая на основании принципов средневековых ремесленников производила мебель, витражи, ткани, изделия из металла и стекла, формы для книжной печати, ковры и обои. Продукция фирмы, благодаря своему прекрасному качеству, пользовалась успехом, но получалась в разы дороже продуктов машинного производства, и это приводило к её доступности только для богатых слоёв общества, никак не влияя на отношения в нём. Это вызвало у Морриса печальную констатацию: «Я трачу жизнь, создавая свинскую роскошь для богачей» [2] и привело к пониманию, что эстетического преобразования среды жизни недостаточно для изменения несправедливого устройства общества. В 1883 г. он стал участником английского социалистического движения, притом сторонником Маркса и революционных преобразований. В той или иной степени многие участники движения Искусств и Ремёсел в Англии были социалистами, так как идея тем или иным путём установить социальную справедливость в обществе непосредственно происходила из идеи средневекового братства ремесленников. В 1888 г. Чарльз Роберт Эшби (1863–1942) основал в Лондоне самое известное товарищество – Гильдию и Школу ремёсел, работавшую как кооператив мастеров.

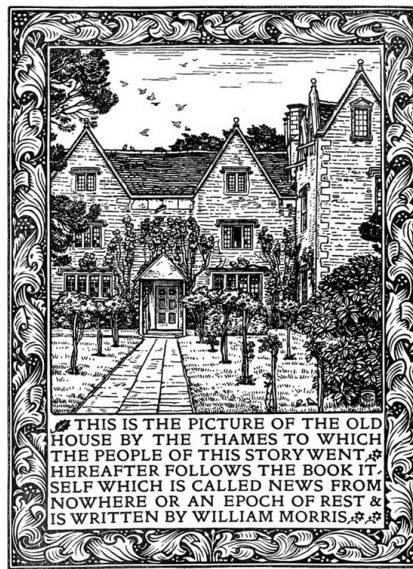


Рис. 1. Красный дом, 1860, арх. Филип Уэбб и Уильям Моррис (фото Níall McLaughlin Architects) и иллюстрация из книги Уильяма Морриса «Вести ниоткуда», 1891

В 1890–1891 гг. Уильям Моррис опубликовал свой роман-утопию «Вести ниоткуда», описав коммунистическое общество, в котором стимулом к труду является творчество, где нет частной собственности, денег, судов и тюрем, где также нет больших городов, а люди свободно живут в единстве с природой:

«– Вы только что упоминали о домашнем хозяйстве. Мне кажется, слова «хозяйство», «домашний очаг» должны звучать для вас пережитком старины. Я скорее предположил бы, что вы живете теперь общинами.

– Фаланстеры, да? – перебил он меня. – Мы живем, как нам нравится, – обычно с людьми, к которым мы привыкли. Поймите, что бедность исчезла. Фаланстеры Фурье представлялись естественными в свое время, но они были всего-навсего убежищами от крайней нужды. Такой образ жизни мог быть придуман только людьми, подавленными жесточайшей нищетой. Поймите, что, хотя мы живем отдельными домами и уклад каждого дома разнится один от другого, ни одна дверь теперь не закрыта для всякого доброго человека, который согласен жить, как установлено в данном доме. Конечно, неразумно было бы одинокому человеку вторгаться в чей-либо дом и заставлять обитателей его изменять своим привычкам ради него, когда он легко может поселиться где-то в другом месте, более подходящем к его вкусам. ...

– Перемена, – сказал Хаммонд, – которая в этой области наступила в начале нашей эпохи, совершилась необыкновенно быстро. Люди стали стекаться в деревни и села, они, можно сказать, набрасывались на землю, как зверь на добычу. Вско-

ре деревни Англии были населены гуще, чем в четырнадцатом столетии, и продолжали быстро расти. ... Город вторгся в деревню, но новые завоеватели, подобно завоевателям прежних времен, поддались влиянию местной обстановки и стали хлебопашцами. С другой стороны, деревенское население, численность которого превысила население городов, начало влиять на городское, отчего различие между городом и деревней все уменьшалось. Именно этот деревенский мир, оживленный сметкой и подвижностью городского населения, породил ту счастливую и неторопливую, но деятельную жизнь, с которой вы уже соприкоснулись. ... Мы живем среди красоты, без страха впасть в изнеженность, у нас достаточно работы, и мы выполняем ее с радостью. Чего же еще можем мы требовать от жизни?» [3].

Несколько лет спустя градостроительные идеи романа-утопии Морриса, не дожидаясь революции, получили уже вполне практическое изложение в вышедшей в 1898 г. книге Эбенизера Говарда (1850–1928) «Будущее: мирный путь к реальным реформам» (To-morrow: A Peaceful Path to Real Reform), второе издание которой в 1902 г. имело конкретное название «Города-сады будущего» (Garden Cities of To-morrow), обозначившее новое направление в градостроительстве. Будучи реформистом, Говард опасался обвинений в утопизме и революционности и, вероятно, поэтому ни разу не упомянул роман Морриса, однако в книге есть ссылка на Джона Раскина, а первый город-сад Лечуорт (рис. 2), воплощавший идеи Говарда о социальной гармонии, в 1903 г. спроектиро-



Рис. 2. Фронтиспис книги Эбенизера Говарда «Города-сады будущего», 1902 и дома на Зелёной Луговой дороге (Meadow Way Green), Лечуорт, 1914, арх. Раймонд Анвин и Ричард Барри Паркер, фото Nicholas Breach, 1974

вал первый секретарь Социалистической лиги Морриса в Манчестере в 1885–1887 гг. Раймонд Анвин (1863–1940) вместе со своим партнёром Ричардом Барри Паркером (1867–1947).

В 1877 г. Уильям Моррис написал манифест и вместе с Филипом Уэббом и др. основал «Общество по защите древних зданий» (Society for the Protection of Ancient Buildings). Его необходимость была вызвана появившейся в викторианской Англии практикой уничтожения истории старых зданий их полной реставрацией, т. е. приведением как бы в исходное после постройки состояние. Моррис считал, что не только первоначальный вид, но и последовавшие изменения здания также достойны сохранения, когда их *«можно рассматривать как художественное, живописное, историческое, старинное, или содержательное»*, и что следует *«относиться к нашим древним зданиям как к памятникам ушедшего искусства, созданным на основе старых обычаев, в которые современное искусство не может вмешиваться, не разрушая»* [4]. Идеи этого манифеста органически следовали из идеи самого движения Искусств и Ремёсел: оглядываясь в прошлое, на современной основе и современными путями двигаться в будущее. Они были близки появившимся ранее во Франции идеям Эжена Виолле ле Дюка, уже реализовавшего их в своих проектах реставрации.

Искусства и Ремёсла в США

Во многом благодаря отсутствию языкового барьера, первой страной за пределами Британии, где были восприняты идеи Раскина и Морриса, стали Соединённые Штаты. В январе 1863 г. для пропаганды их идей, энтузиастами – художниками, архитекторами, учеными, критиками и коллекционерами – была основана «Ассоциация по продвижению правды в искусстве». Это был американский аналог движения прерафаэлитов, подобно созданному Раскином и Моррисом в Англии, но они называли себя проще – «реалистами». В мае 1863 г. Ассоциация начала издавать журнал «Новый путь» (New Path). Секретарь Ассоциации Питер Уайт к этому времени уже был признанным мастером: в 1861 г. в 23 года он выиграл конкурс на проект здания Национальной академии дизайна в Нью-Йорке (1863–1865), где приняли участие лучшие архитекторы Нью-Йорка (Ричард Хант, Леопольд Эйдлиц, Джейкоб Моулд и Генри Ван Брант), затем он спроектировал и построил Йельскую школу изящных искусств (1864–1868) и Бруклинскую торговую библиотеку (1867–1869), с 1869 по 1871 г. национальный секретарь Американского института архитекторов [5]. Примерно в это время Уайт впер-

вые узнал о работах Эжена Виолле-ле-Дюка, и в 1864 г. в «Новом пути» появилась страница с переведёнными им отрывками Заключения к первому тому, вышедшему в 1858 г., его «Словаря французской утвари от Каролингов до Ренессанса», среди них было: *«мы в состоянии отличить истинное от ложного; почему же тогда мы должны ... цепляться за древние притворства, в которые на самом деле никто не верит?»*, а заканчивались отрывки словами: *«хороший вкус состоит в том, чтобы казаться тем, кем мы являемся, а не тем, кем мы хотим быть»* [6]. Когда в 1863 г. Виолле-ле-Дюк издал во Франции первый том «Бесед об архитектуре», к 1868 г. Уайт перевёл его на английский и представил книгу отделению Американского института архитекторов в Нью-Йорке. Через два года перевод был опубликован в журнале «Промышленник и строитель» с предисловием Уайта, где Виолле-ле-Дюк был назван *«самым выдающимся из ныне живущих апостолов готической и рационалистической архитектуры»* [7] – это был первый перевод «Бесед» Виолле-ле-Дюка в США и, вероятно, первый их перевод на английский язык. После переезда Уайта в 1871 г. в Чикаго, вместе с Уильямом Дженни он стал идейным основоположником Чикагской школы архитектуры.



Рис. 3. Луис Салливан, Чикаго: здание Ювелиров, 1882

Это выдающееся по своей плодотворности явление обычно принято сводить к строительству небоскрёбов, но уже в самом его начале в творчестве Луиса Салливана впервые проявились формы эстетического направления движения Искусств и Ремёсел – ар-нуво (модерна) (рис. 3). В США первое сообщество мастеров движения Искусств и Ремёсел под названием Ройкрофт (Roycroft) основал в 1895 г. писатель и философ Элберт Хаббард (1856–1915). Созданное как издательство, со временем оно занялось изготовлением мебели и предметов декоративно-прикладного искусства из металла. Настоящим лидером движения к началу XX в. стал архитектор, дизайнер и производитель мебели Густав Стикли (1858–1942), с 1901 г. издававший журнал *The Craftsman* (Мастер или Ремесленник), ставший центром и форумом американских Искусств и Ремёсел. Кроме публиковавшихся статей Морриса и Раскина, тут можно было встретить работы Роберта Оуэна, Ральфа Уолдо Эмерсона, Льва Толстого и князя Кропоткина, отражавшие убеждения издателя и главного редактора.

Здесь публиковались статьи о современном искусстве со всего мира – от музыки и живописи до прикладного, включавшего металлообработку и столярное дело. Большое внимание уделялось архитектуре: в журнал присылали статьи Луис Салливан, Раймонд Анвин и Ричард Барри Паркер, здесь публиковалась книга Ричарда Барри Паркера «Современные загородные дома в Англии». Основное внимание уделялось архитектуре семейного жилья, что включало в себя ландшафтную архитектуру, а также городам-садам как городам будущего – был опубликован перевод статьи Бенуа-Леви и сам Стикли также неоднократно писал об этом. В 1903 г. среди подписчиков был

организован Клуб строителей жилья, а с 1904 г. в каждом номере начали публиковать проекты домов с планировками, полные планы и спецификации которых были по запросу доступны всем членам Клуба. Эти дома были названы «Дом мастера» (Craftsman house), и постепенно, на основании этих проектов (рис. 4), благодаря их массовому строительству, появился тип жилого дома «Американский Мастер» (American Craftsman), популярный до 1930-х гг., ставший проявлением самобытного и, по существу, народного американского стиля.

Здесь же публиковались статьи об архитектуре францисканских миссий в Калифорнии и жилищ индейцев в Аризоне и Нью-Мексико, ставших источниками для рождения первого американского модернизма в творчестве Ирвинга Джона Гилла [8] (ученика Салливана), и все статьи о его домах также впервые были опубликованы в этом журнале. В силу невероятной американской расточительности, из-за комплекса неполноценности перед Европой, до появления европейского модернизма, на эти дома (см. рис. 4) тогда не обратили внимания. По этой причине, как и первые в мире образцы модерна (см. рис. 3), первые в мире образцы модернизма к развитию этих движений в США тогда не привели.

Первая мировая война, в которой Соединённые Штаты до 1917 г. не участвовали, навсегда прервала развитие американских Искусств и Ремёсел: в 1915 г. на пароходе «Лузитания», потопленном немецкой подводной лодкой, погиб Элберт Хаббард, а в 1916 г. из-за уменьшения числа заказов было объявлено о банкротстве фирмы Густава Стикли «Объединённые ремёсла» (United Crafts), и в декабре этого года вышел последний номер его журнала.



Рис. 4. «Дом мастера», арх. Густав Стикли (*The Craftsman*, Vol. XVI, No. 2, May 1909) и Терраса Белла Виста (Двор Льюиса, 1910) в Сьерра-Мадре, Калифорния, арх. Ирвинг Джон Гилл (Vol. XXII, No. 5, August 1912)

Искусства и Ремёсла в Германии

При распространении движения Искусств и Ремёсел на континентальную Европу, наряду с социальным наполнением, обретение архитектурой и искусством национальной идентичности стало играть чрезвычайно важную роль. Показательной в этом смысле стала Германия. В 1897 г. в Мюнхене были организованы Объединённые мастерские искусств и ремёсел (Vereinigte Werkstätten für Kunst im Handwerk), где в отличие от английского движения мастера не делали всё своими руками, но получали обширные знания для контроля реализации своих замыслов другими людьми. Тогда же вышла книга композитора Эрнста Рудорфа (1840–1916) «Heimatschutz», её название, означавшее защиту родного дома или Родины, было употреблено не в военном смысле, а в смысле защиты всего окружающего, что тебе дорого, от негативных последствий промышленной революции. По инициативе Рудорфа, который после прочтения книги Пауля Шульце-Наумбурга (1869–1949) «Строительство дома» призвал его к сотрудничеству, в 1904 г. в Дрездене был основан «Союз Защиты Родины» (Bund für Heimatschutz) с Шульце-Наумбургом во главе. Несмотря на грозное название, деятельность союза и его председателя (Шульце-Наумбург был им до 1913 г.) тогда во многом следовала идеям Раскина и Морриса. Исследованием немецких архитектурных и строительных традиций тогда занялись такие архитекторы, как Герман Мутезиус (1861–1927), открывший для Германии английскую архитектуру и сами идеи движения Искусств и Ремёсел, а с другой стороны, Теодор Фишер (1862–1938), в своём творчестве искавший вдохновение в немецкой народной архитектуре. Поиски национальной идентичности в архитектуре тогда ещё давали простор для творчества. И также неслучайно, следом за Немецкими мастерскими прикладного искус-

ства Карла Шмидта в 1907 г., в 1908 г. в Хеллерау под Дрезденом был основан первый немецкий город-сад по проекту Рихарда Римершмида (1868–1957).

Герман Мутезиус с 1896 по 1903 гг. служил атташе по культуре посольства Германии в Лондоне, где стал сторонником английского движения Искусств и Ремёсел и посвятил большую часть своего времени изучению созданной этим движением архитектуры. Ещё до своего возвращения на родину написал и издал в 1902 г. в Германии текстовую брошюру «Архитектурный стиль и строительное искусство», её эпиграфом Мутезиус выбрал слова Уильяма Морриса: «Я надеюсь, что именно из необходимых и простых зданий возникнет новая и подлинная архитектура, которую мы ожидаем гораздо больше, чем в результате экспериментов с более или менее претенциозными архитектурными стилями» [10]. В 1904–1905 гг. он издал в Берлине в трёх томах книгу «Английский дом» [11], оказавшую большое влияние на всю европейскую архитектуру.

Как и Моррис, Мутезиус считал необходимым объединение архитектуры с прикладным искусством, но в отличие от него и в противоположность ему необходимым считал объединение обоих искусств с коммерцией и промышленностью. Вернувшись в Германию, он не принял приглашение на должность профессора истории искусств в Техническом университете Дармштадта, став тайным советником министерства торговли Пруссии, где принял ответственность за реформу подчинённых министерству школ прикладного искусства (за исключением Берлина). Чтобы довести свои идеи до коммерции и промышленности, осенью 1906 г. он начал читать курс лекций в Высшей торговой школе Берлина [12]. Во вступительной лекции он изложил принципы функционализма и конструктивизма в прикладном искусстве, указав на их важность для развития архитекту-

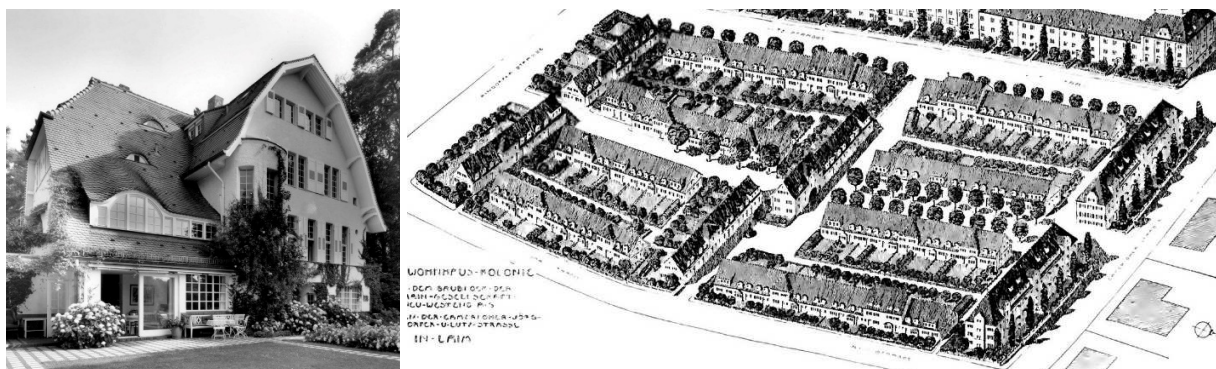


Рис. 5. Загородный дом Мутезиуса (Целендорф, Берлин), 1906–1907, арх. Герман Мутезиус (berlin.de) и проект Колонии небольших домов (Лайм, Мюнхен), 1912, арх. Теодор Фишер [9]

ры, и подверг жёсткой критике текущее состояние архитектуры в Германии:

«Основным содержанием современного прикладного искусства является, прежде всего, сделать ясной цель каждого объекта и логически развить форму, исходя из цели. ... У каждого материала свои особые условия обработки. ... Помимо проектирования в соответствии с назначением, есть проектирование в соответствии с характером материала, и, с учетом материала, одновременно учитывается конструкция, соответствующая материалу. Цель, материал и конструкция дают современному мастеру единственные указания, которым он подчиняется. ... Следование железным принципам проектирования в соответствии с назначением, материалом и конструкцией является оплотом, который защищает от падения в сентиментальность истории и, следовательно, в неувещивенность. ... Влияние прикладного искусства, хотя и неосознанное, очевидно. Простые мысли в области искусств и ремёсел собираются еще больше распространиться на архитектуру. Учитывая огромное значение архитектуры в культурном образе этого времени, можно сказать, что только тогда, когда принципы искусств и ремесел будут распространены на всю область частной и общественной архитектуры, истинная миссия прикладного искусства будет выполнена. ... В архитектуре нас считают самыми отсталыми из всех наций, так же как, по мнению других стран, немецкий вкус находится на самом низком уровне, который только можно вообразить. Немецкая репутация здесь упала так низко, что немецкий и безвкусный – почти идентичные термины. Нет смысла это скрывать. Надо признать факт. И сегодня мы можем сделать это, тем более, что теперь мы можем стать страдальцами своей плохой репутации благодаря нашему подъему в искусствах и ремеслах. Ибо бесспорно, что именно в успехах нового немецкого прикладного искусства возникло нечто, что призвано изменить суждение других стран о нас» [13].

В феврале 1907 г. эта лекция была опубликована в журнале «Декоративное искусство», а 28 марта консервативное правление «Профессиональной ассоциации экономических интересов прикладного искусства», объединявшей тогда немецких мастеров Искусств и Ремёсел, без ведома её членов направило на Мутезиуса петиции в два адреса: министру торговли Пруссии и старейшинам купечества Берлина, в чьём попечении находилась Высшая торговая школа. В петициях содержались просьбы: «Положить конец деятельности тайного советника доктора Мутезиуса» в министерстве и отстранить от преподавания прикладного искусства в Высшей торговой школе. Причиной было указано то, что он в Германии проповедует идеи английского

движения Искусств и Ремёсел, следовательно, он «не немец», «поклоняется иностранцам», а также что «он унижает репутацию Германии».

Успеха эта петиция авторам не принесла, ответ старейшин купцов был однозначным: «Такая научно обоснованная критика предыдущих достижений и демонстрация средств дальнейшего развития на новых путях не только не вредна для торговли и промышленности, но в значительной степени полезна и даже необходима. ... Мы можем только выразить наше глубокое сожаление по поводу тона письма, которое, как мы полагаем, позволило оскорбить человека, который в высшей степени достоин немецкого прикладного искусства». Министр торговли сперва и вовсе не ответил, но авторы проявили настойчивость, повторили послание 4 мая, запросив к нему аудиенцию, на что 15 мая 1907 г. был получен ответ с категорическим отказом в их требованиях, завершённый словами: «В этой ситуации устное обсуждение вопроса должно быть излишним» [14].

Но «дело Мутезиуса» получило продолжение для его инициаторов: рядовые члены ассоциации, узнав о петициях правления, потребовали обсудить этот вопрос во время Дня прикладного искусства в Дюссельдорфе 14 июня 1907 г., где после жёсткой полемики о своём выходе из Профессиональной ассоциации заявили Мастерские из Мюнхена и Дрездена, а также Королевский фарфоровый завод из Нимфенбурга, объявив при этом о создании нового объединения мастеров Искусств и Ремёсел, манифестом которого по существу стала лекция Мутезиуса [14]. Так возник Немецкий Веркбунд (Deutscher Werkbund), учреждённый на собрании в Мюнхене 5 и 6 октября 1907 г.

Немецкое слово Werkbund состоит из двух частей. Вторая часть, Bund, однозначна – это союз, объединение или связка. Но у первой части, Werk, несколько значений: во-первых – детище, произведение, сочинение, во-вторых – дело, труд, работа, в-третьих – завод, фабрика, предприятие. Так в объединении, и даже в самом его названии, впервые в истории движения Искусств и Ремёсел соединились творчество и промышленное производство. Это было не случайно – ведь инициатива его создания исходила от промышленников, на основе новых принципов не только прикладного, но и всего искусства. Ответствовала названию и структура: основателями нового общества стали 12 художников и 12 предприятий. Из архитекторов учредителями Веркбунд стали немцы Теодор Фишер, Петер Беренс, Фриц Шумахер, Рихард Римершмид, Пауль Шульце-Наумбург, Вильгельм Крайс и Бруно Пауль, австрийцы Йозеф Хоффман и Йозеф Мария Ольбрих. Мутезиус, хотя и был главным идеологом и организатором движения, в то же

время оставался чиновником и, чтобы не провоцировать дальнейшие конфликты, от формального вступления в Немецкий Веркбунд до 1908 г. воздержался. Первым председателем общества в 1908 г. избрали Теодора Фишера [15].

Идея объединения искусства и промышленности оказалась чрезвычайно плодотворной. До Первой мировой войны задачей Веркбунда было продвижение искусства и промышленности Германии в мире, и на этом пути были достигнуты выдающиеся достижения: Петер Беренс, работая с 1907 г. консультантом электротехнического концерна AEG, впервые создал концепцию корпоративного дизайна [16], а Вальтер Гропиус в 1911 г. построил в Альфельде обувную фабрику Фагус, прототип для всего европейского модернизма (рис. 6).

После войны и Ноябрьской революции 1918 г. Веркбунд взял на себя решение социальной задачи: в соответствии с Конституцией Веймарской республики создать каждому немцу «здоровое жилище», и для её решения здесь родилось «новое строительство», став первым массовым проявлением модернизма в архитектуре, позволившего строить качественное, со всех сторон продуманное и при этом экономичное жильё [17]. Обобщением его опыта стала в 1927 г. выставка Веркбунда «Жилище» (Die Wohnung) [18] в Вайсенхофе под Штутгартом (рис. 7). Сегодня Вайсенхоф воспринимают как архитектурную выставку. Но тогда это была полноценная выставка искусств и ремёсел. Так, при её подготовке в 1926 г. Март Стам придумал консольный стул и показал идею Мису ван дер



Рис. 6. Немецкий Веркбунд. Петер Беренс: плакаты в фирменном стиле концерна AEG, 1910-1912 [16]; Вальтер Гропиус: обувная фабрика Фагус, Альфельд, 1911 (фото 1911 г., ndr.de).



Рис. 7. Вайсенхоф в 1927 г. во время завершения строительства (Strähle-Luftbild, Schorndorf)

Роэ, в результате чего здесь впервые появились основанные на одной идее, но разные консольные стулья Стама и Миса [19], и последний затем получил название Вайсенхоф. Понятие «вещественность» (*sachlichkeit*), которое использовал в работах Мутезиус, в 1920 г. вышло за пределы прикладных искусств и архитектуры, обозначив собой направление (*neue sachlichkeit*) во всех искусствах Германии этого времени.

Модерн, ар-нуво, сецессион и другие

В движении Искусств и Ремёсел всегда, помимо мастеров, считавших «вещественность» (по Мутезиусу), вышедшую из «правдивости» Раскина, основой для улучшения жизни посредством рациональной архитектуры, были мастера, прежде всего представители изящных искусств, считавшие возможным улучшение жизни не путём её структурного тектонического преобразования (у Морриса – вплоть до преобразования социального), а путём внесения в жизнь изысканного эстетического начала. Это начало всегда было присуще движению в изобразительном искусстве и графике, а к 1890-м гг. развитие технологий позволило приёмам изящных искусств проявиться в архитектуре. Впервые это произошло в Бельгии, где Виктор Орта (1861–1947) в 1893 г. в Брюсселе построил дом Тасселя (рис. 8).

Первым зданием континентальной Европы, вдохновлённым «Красным домом» Морриса, считается вилла «Цветочный двор» (*Bloemenwerf*) (рис. 9) бельгийского художника Анри ван де



Рис. 8. Дом Тасселя, 1893, арх. Виктор Орта

Вельде (1863–1957), которая в 1895 г. явилась для него первой архитектурной практикой. Однако везде это здание (вполне следовавшее принципам движения Искусств и Ремёсел – мебель, дверные ручки, столовые приборы и даже одежду для этого дома ван де Вельде спроектировал сам) относят к стилю ар-нуво (*Art nouveau* на родном для Анри французском языке, модерн – на русском, *Jugendstil* – на немецком в Германии и *Secession* – на немецком в Австрии). Такое изобилие обозначений (есть и другие) для одного стиля вроде бы указывает на отсутствие единого движения, из которого он появился. Но оно было и называлось движением Искусств и Ремёсел, а отличие нового стиля было только в том, что декоративность (ранее свойственная только живописи и прикладным искусствам и взятая оттуда) стала в очень многих случаях основным свойством архитектуры. При этом средневековые корни движения с принципом вестерного мастерства остались, но социальная направленность движения Искусств и Ремёсел была забыта – архитектура модерна, благодаря своей, одной только фантазией мастера ограниченной изошрённости, и только этим ограниченной стоимости, изначально стала искусством для очень немногих состоятельных ценителей. В этом видится главная причина кратковременности существования этого стиля – он появился в конце XIX в. и исчез в начале Первой мировой войны.

Но в модерне, помимо безудержной декоративности, существовали противоположные тенденции. С этим связан переход одного из главных создателей венского модерна Отто Вагнера (1841–1918) к простой и гармоничной архитектуре без украшений (Австрийский почтовый сберегательный банк, 1906; Доходный дом на Нойштифтгассе, 1912) (рис. 9), что говорило про возврат к социальным принципам движения Искусств и Ремёсел (первый этаж здания на Нойштифтгассе сразу же заняли Венские мастерские, основанные в 1903 г. его учеником Йозефом Хоффманом (1870–1956) и художником Коломаном Мозером (1868–1918) по образу и подобию Гильдии и Школы ремёсел в Лондоне Чарльза Эшби) и предвещало лаконичные формы модернизма.

Предваряя такую архитектуру Вагнера, его ученик Йозеф Мария Ольбрих (1867–1908), работавший у него в мастерской с 1893 г., построил в 1898 г. здание выставочного зала для показа произведений венского модерна «Сецессион» (рис. 10).

В Шотландии Чарльз Ренни Макинтош (1868–1928) в 1897–1909 гг. построил в таких же скупых формах Школу искусств в Глазго, украшением которой стало обширное остекление, и точно так же был украшен главный фасад, построенной ван де Вельде в 1911 г. Веймарской Школы

прикладных искусств Великого герцога Саксонского (рис. 11), которую он возглавлял в 1908–1915 гг., а после войны в 1919 г. рекомендовал как своего преемника Вальтера Гропиуса, реформиру-

вавшего её и основавшего в этом здании Баухаус. Формы этих зданий однозначно определила необходимость предоставить максимум дневного света для художественного творчества.

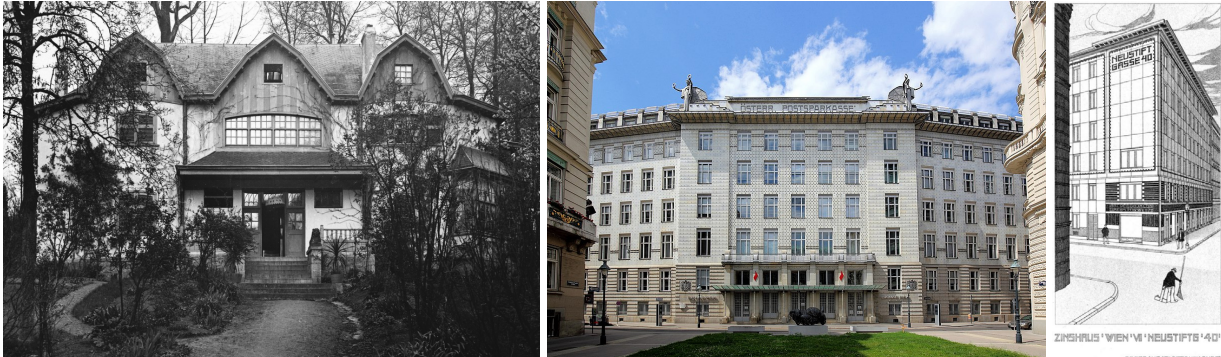


Рис. 9. Вилла «Цветочный двор», 1896, арх. Анри ван де Вельде; Почтовый сберегательный банк, Вена, 1906, арх. Отто Вагнер; Доходный дом на Нойштифтгассе 40, Вена, 1912, рисунок Отто Вагнера

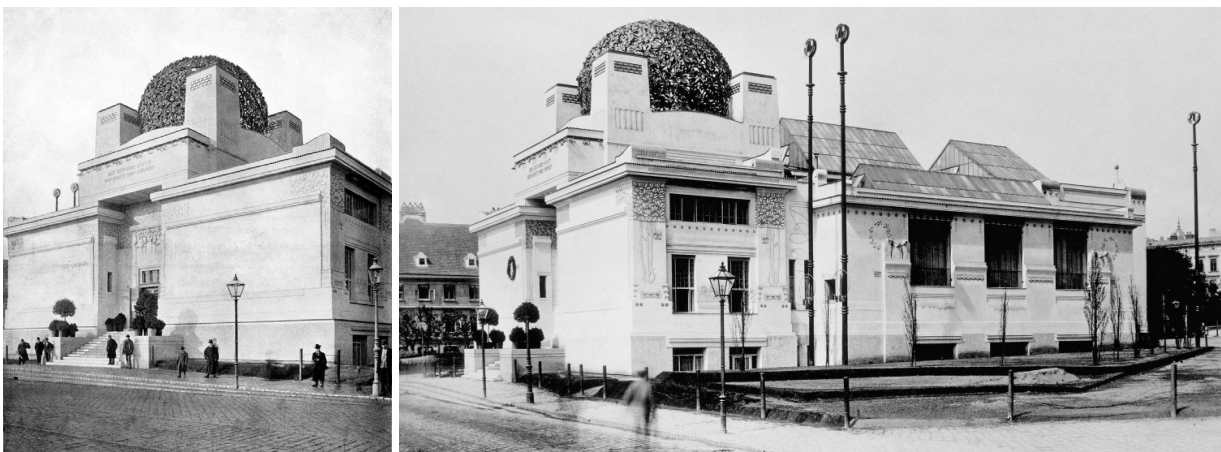


Рис. 10. Выставочный зал «Сецессион», Вена, 1897-1898, арх. Йозеф Мария Ольбрих

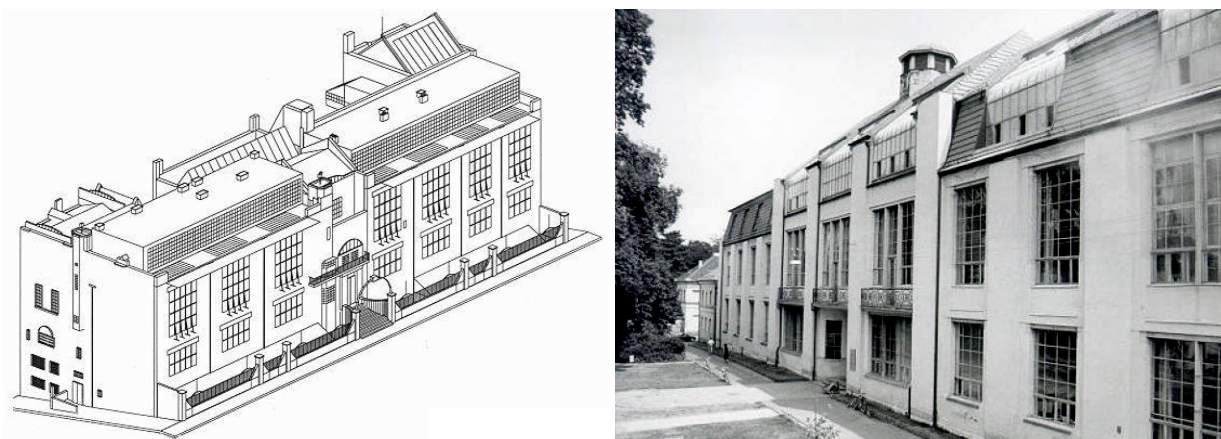


Рис. 11. Школа искусств в Глазго, 1909, арх. Чарльз Ренни Макинтош (аксонометрия) и Школа прикладных искусств Великого герцога Саксонского (Университет Баухаус) в Веймаре, 1911, арх. Анри ван де Вельде (фото: unesco.org)

Заключение

Движение Искусств и ремёсел, зародившееся в Англии середины XIX в., оказало определяющее влияние на развитие архитектуры Европы, а затем и всего мира. Его принципы содружества труда мастеров, честности в использовании материала и обоснованности архитектурной формы конструкцией, пережив трансформацию от полного отрицания машинного производства у Раскина и Морриса к слиянию с ним в Немецком Werkbunde, стали основой, на которой возникли направления развития современной архитектуры, появившиеся в конце XIX – начале XX в. Эти принципы движения во многом сохраняют свою актуальность в архитектуре и по сегодняшний день.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рёскин Джон*. Семь светочей архитектуры / пер. с англ. М. Куренной, Н. Лебедевой, С. Сухарева. С.-Петербург: Азбука-классика, 2007. 320 с.
2. *Иконников А.В.* Зарубежная архитектура от «новой архитектуры» до постмодернизма. М.: Стройиздат, 1982. 255 с.
3. *Моррис Уильям*. Вести ниоткуда или Эпоха спокойствия. М.: ГИХЛ, 1962. 312 с.
4. *Morris William*. Manifesto of the Society for the Protection of Ancient Buildings. Society for the Protection of Ancient Buildings, Bloomsbury, UK, 22 March 1877.
5. *Hoffmann Donald*. The Architecture of John Wellborn Root, Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press, 1973, 263 p.
6. [Wight Peter B., translator] Medieval and modern furniture. From the "Conclusion" of Viollet-le-Duc's valuable Dictionnaire Raisonné du Mobilier Français, Première Partie, Meubles. The New Path 1864, Vol. II, No. 3, p.48
7. [Wight Peter B., translator] Viollet-le-Duc. The History of Art and Aesthetics from the Earliest Time to the fall of the Roman Empire, Manufacturer and Builder Vol. 2 (November 1870): 323-326; (December 1870): 355-357; Vol. 3 (January 1871): 11-13.
8. *Филиппов В.Д.* Практика модернизма Ирвинга Джона Гилла // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 143–159. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.19
9. *Fischer Theodor*, Wohnhausbauten. Leipzig: J.J. Arnd, 1912
10. *Muthesius Hermann*, Stilarchitektur und Baukunst. Wandlungen der Architektur im 19. Jahrhundert und ihr heutiger Standpunkt. Mülheim-Ruhr: K. Schimmelpfeng, 1902, 76 s.
11. *Muthesius Hermann*, Das englische Haus. Entwicklung, Bedingungen, Anlage, Aufbau, Einrichtung und Innenraum. 3 Bände, Berlin 1904–1905.
12. *Posener Julius*, *Sonntag Regine*. Muthesius, Hermann in: Neue Deutsche Biographie 18 (1997), S. 651-653

13. *Muthesius Hermann*, Die Bedeutung des Kunstgewerbes. Dekorative Kunst – 10 (1907); S. 177-192
14. *Osborn Max*, Der Deutsche Kunstgewerbe-Krieg. Kunstgewerbeblatt, NF 18, Heft 10, 1906-1907, S. 189-191. DOI: 10.11588/diglit.4869.34
15. Chronik des Deutschen Werkbundes 1907 bis 1932. URL: <https://www.deutscher-werkbund.de/wir-im-dwb/werkbund-geschichte/chronik-des-deutschen-werkbundes-1907-bis-1932/>
16. *Merrill Elizabeth M.* Peter Behrens, Turbine Factory. Smarthistory. URL: <https://smarthistory.org/peter-behrens-turbine-factory/>
17. *Филиппов В.Д.* Происхождение строчной застройке // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 147–159. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.20
18. Bau und Wohnung. Die Bauten der Weissenhofsiedlung in Stuttgart errichtet 1927 nach Vorschlägen des Deutschen Werkbundes. Akad. Verlag Dr. Fritz Wedekind & Co., Stuttgart, 1927, 152 s.
19. *Kurz Melanie*. Designstreit: Exemplarische Kontroversen über Gestaltung, Brill | Fink, 2017, 304 s. DOI: 10.30965/9783846762943

REFERENCES

1. Ruskin John. The Seven Lamps of Architecture. London. The Waverley Book Company, Ltd., 1849.
2. *Ikonnikov A.V.* Foreign architecture. Zarubezhnaya arkhitektura. Ot "novoy arkhitektury" do postmodernisma [From "new architecture" to postmodernism]. Moscow, Stroyizdat, 1982. 256 p.
3. *Morris William*. News from Nowhere, or, an Epoch of Rest, London, Kelmscott Press, 1892. 334 p. DOI: 10.5479/sil.412329.39088006933246
4. *Morris William*. Manifesto of the Society for the Protection of Ancient Buildings. Society for the Protection of Ancient Buildings, Bloomsbury, UK, 22 March 1877.
5. *Hoffmann Donald*. The Architecture of John Wellborn Root, Baltimore & London, The Johns Hopkins University Press, 1973. 263 p.
6. Medieval and modern furniture. From the "Conclusion" of Viollet-le-Duc's valuable Dictionnaire Raisonné du Mobilier Français, Première Partie, Meubles. The New Path, 1864, vol. II, no. 3, p. 48.
7. *Viollet-le-Duc*. The History of Art and Aesthetics from the Earliest Time to the fall of the Roman Empire. Manufacturer and Builder, vol. 2 (November 1870), pp. 323-326; (December 1870), pp. 355-357; vol. 3 (January 1871), pp. 11-13.
8. *Filippov V.D.* Practice of Irving John Gill Modernism. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 143–159. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.19. (in Russian)
9. *Fischer Theodor*, Wohnhausbauten. Leipzig, J.J. Arnd, 1912.
10. *Muthesius Hermann*, Stilarchitektur und Baukunst. Wandlungen der Architektur im 19. Jahrhundert und ihr heutiger Standpunkt. Mülheim-Ruhr, K. Schimmelpfeng, 1902. 76 p.

11. Muthesius Hermann, Das englische Haus. Entwicklung, Bedingungen, Anlage, Aufbau, Einrichtung und Innenraum. 3 Bände, Berlin 1904–1905.

12. Posener Julius, Sonntag Regine. Muthesius, Hermann in: Neue Deutsche Biographie 18 (1997), S. 651-653

13. Muthesius Hermann, Die Bedeutung des Kunstgewerbes. Dekorative Kunst – 10 (1907); S. 177-192

14. Osborn Max, Der Deutsche Kunstgewerbe-Krieg. Kunstgewerbeblatt, NF 18, Heft 10, 1906-1907, S. 189-191. DOI: 10.11588/diglit.4869.34

15. Chronik des Deutschen Werkbundes 1907 bis 1932. Available at: <https://www.deutscher-werkbund.de/wir-im-dwb/werkbund-geschichte/chronik-des-deutschen-werkbundes-1907-bis-1932/>

16. Merrill Elizabeth M. Peter Behrens, Turbine Factory. Smarthistory. Available at: <https://smarthistory.org/peter-behrens-turbine-factory/>

17. Filippov V.D. Origin of zeilenbau. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 2, pp. 147–159. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.20 (in Russian)

18. Bau und Wohnung. Die Bauten der Weissenhofsiedlung in Stuttgart errichtet 1927 nach Vorschlägen des Deutschen Werkbundes. Akad. Verlag Dr. Fritz Weckend & Co., Stuttgart, 1927. 152 s.

19. Kurz Melanie. Designstreit: Exemplarische Kontroversen über Gestaltung, Brill | Fink, 2017. 304 s. DOI: 10.30965/9783846762943

Об авторе:

ФИЛИППОВ Василий Дмитриевич

ведущий инженер дирекции АСА СамГТУ
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-59
E-mail: filippov.vd@samgtu.ru

FILIPPOV Vasily D.

Leading Engineer of the Directorate of AACE SSTU
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-59
E-mail: filippov.vd@samgtu.ru

Для цитирования: Филиппов В.Д. Движение искусств и ремесел в архитектуре // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 113–124. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.14.

For citation: Filippov V.D. Arts & Crafts in Architecture. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 113–124. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.14.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 711.55(571.14)

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.15

**А. Ю. ЗАСЛАВСКАЯ
Е. О. СМОЛЕНСКАЯ
М. А. ШМЕЛЬКОВА**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТА ЖИЗНИ В ГОРОДАХ

HARNESSING THE POTENTIAL OF COASTAL AREAS TO IMPROVE
THE COMFORT OF URBAN LIVING

Статья посвящена разработке концепции реорганизации прибрежной территории в Самаре. Рассматриваются основные предпосылки формирования рекреационных пространств в городской среде на примере некоторых реновационных процессов в России и за рубежом. Проводится анализ выбранной территории с обоснованием актуальности реорганизации прибрежной территории, направленной на создание бренда города и развитие связи между жителями и городской средой. Формирование творческой среды позволит повысить уровень интереса горожан к своему городу и социальной активности в целом, сплотить городское сообщество.

Ключевые слова: реорганизация, прибрежные территории, набережная, развитие, промышленные территории, творческая среда, арт-объекты

Сделать города более комфортными для жизни – одна из важнейших задач городского планирования. Для этого необходимо решать проблемы реорганизации среды. Но что такое пригодный для жизни город? Безусловно, у всех есть на этот счет свое мнение – и у жителей, и у проектировщиков.

Программа «Города будущего» направлена на реновацию 223 общественных пространств общей площадью более 1 200 га в 40 городах России. Это первая программа, в которой переосмыслено использование общественных пространств в соответствии с мировыми тенденциями и стандартами. Проект «Города будущего» основан на том, что элементы будущего создаются и конструируются в настоящем.

The article is devoted to the development of the concept of reorganization of the coastal territory in the city of Samara. The main prerequisites for the formation of recreational spaces in the urban environment are considered, using the example of some renovation processes in Russia and abroad. The analysis of the selected area is carried out, justifying the relevance of the reorganization of the coastal area, aimed at creating a city brand and developing a connection between residents and the urban environment. The formation of a creative environment will increase the level of interest of citizens in their city and social activity in general, and will unite the city community.

Key words: reorganization, coastal areas, embankment, development, industrial areas, creative environment, art objects

Таковыми элементами в формировании структуры городов будущего являются:

1. Центры городов будущего – это пространства, где жители могут сами управлять городом, совместно решать возникающие задачи и проблемы, создавать экосреду социальной экономики. Такие пространства часто называют комьюнити-центрами, соседскими центрами, общественно-культурными центрами, культурно-образовательными домами, домами новой культуры, инновационными культурными центрами, центрами активных людей и т. д.

2. Среда городов будущего – это подбор кейсов и проектов о новых/старых подходах к среде обитания человека в будущем. На данном этапе это и всё что связано с экологией и озеленением

городов, и всё что связано с новыми технологиями (энергосбережение, сортировка и переработка отходов, новые материалы, др.).

В этом контексте мы видим, насколько актуальным становится вопрос о реорганизации прибрежных территорий для решения организации общественных пространств [1].

Ценность прибрежных территорий для создания комфортной среды современного города осознали не так давно, но очень быстро этот тренд набирает популярность. Реконструкция набережных стала частью процесса возвращения городских «периферий» в структуру города. И на сегодняшний день у воды мы все чаще видим вместо предприятий и автострад парки и общественные пространства.

Что именно делает город местом, где люди хотят жить? Это наличие большого количества комфортных общественных пространств, большая площадь озеленения, логичная городская структура, возможность социальной активности.

Все эти факторы присутствуют в публичных пространствах прибрежных территорий: здесь есть места для отдыха, для социальной активности горожан, одновременно большая природная составляющая, а наличие огромного водного пространства добавляет только положительные характеристики. Прибрежные территории в урбанизированной среде имеют важное значение для создания ощущения комфортности. Ландшафт прибрежных территорий обладает наиболее выразительными панорамами, а сама эта территория имеет для горожан высокую степень притяжения [2–5].

Территория набережной при функциональной комплексности и разнообразии функций позволяет круглогодичное ее использование для массового длительного ежедневного отдыха горожан и туристов. Набережная входит в общегородскую структуру рекреационных районов.

Одним из основополагающих стратегических факторов развития Самары является туризм. В настоящее время он рассматривается как одно из важнейших направлений развития экономики города. Развитие туризма предполагает увеличение мест отдыха для приезжего населения и улучшение удобств для туристов. В мировой практике наиболее частым направлением в развитии прибрежных территорий является их преобразование в качественно озелененную и благоустроенную рекреационную зону, насыщенную общественной инфраструктурой и обеспеченную транспортной и пешеходной доступностью. Как следствие данного процесса, происходит повышение привлекательности городской среды в глазах горожан и туристов, повыше-

ние качества и уровня жизни, привлечение дополнительных инвестиций.

Исследуя мировой опыт реорганизации прибрежных территорий, можно выделить следующие проблемы:

1) Большинство территорий находится в зоне деградированных ландшафтов бывших промышленных территорий.

2) Недостаточный уровень включенности территории в городскую инфраструктуру.

3) Отсутствие транспортно-пешеходной инфраструктуры на самой территории, отсутствие благоприятных и открытых общественных пространств.

В качестве одного из примеров можно рассмотреть реконструкцию набережной Минханг и создание общественного пространства в районе Минханг в Шанхае (рис. 1).

Набережная Минханг – это яркая история возрождения города. Всего за двадцать четыре месяца ветхая заросшая набережная, напротив которой стояли старые промышленные склады с остатками дорожек, промышленных и заброшенных инженерных сетей, свидетельствующие о многолетней запущенности территории этого района, превратилась в образец современного городского пространства. Сегодня это яркое сочетание коммерческого, технологического и институционального использования территории, связанной с городским парком СПАРК, открытое общественное пространство, вокруг которого была модернизирована существующая застройка. На протяжении 750 метров расположилась рекреационная территория, которая отвечает стремлению общества к созданию комфортной городской среды, формирует пешеходные связи и способствует развитию более устойчивой жизненной среды (рис. 2).

В дизайнерской концепции SPARK в качестве прототипа для формообразования использовалась диатомовая водоросль. Это одноклеточные водоросли красивых форм, которые естественным образом очищают воду. Форма диатомовых водорослей была перенесена на двух- и трехмерные объекты. Необычные объекты оживляют набережную реки, рассказывая историю реки и окружающей застройки в процессе восстановления территории. В структуре набережной пересекаются зеленые ленты пешеходных, беговых и велосипедных дорожек, а также три пешеходных моста, соединяющих жилые, образовательные и деловые районы. После реорганизации ландшафта территории открылся доступ к реке и восприятию ее панорамы. На набережной появились лужайки, кафе, спортивный парк и площадка для проведения мероприятий. SPARK разработал навигацию и оборудование с учетом



Рис.1. Реконструкция набережной Минханг / SPARK Architects

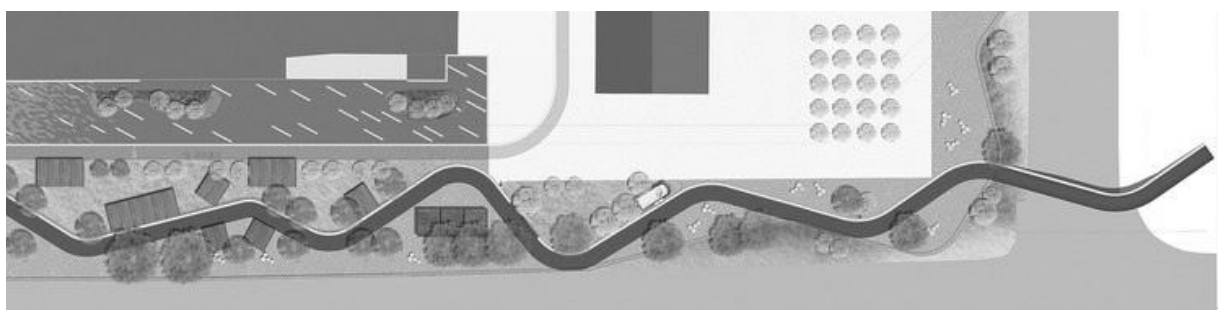


Рис. 2. Схема генплана. Реконструкция набережной Минханг / SPARK Architects

требований доступности среды. Стивен Пимбли, партнер SPARK, сказал: «Проект Минханг демонстрирует ситуацию, когда городское открытое пространство может быть ключевым фактором в возрождении гражданского общества и социальной устойчивости. Это вселило в район чувство гражданской гордости и установило местный ориентир качества жизни для будущих жителей» [6].

Важным примером, подтверждающим влияние реорганизации прибрежных территорий на качество жизни горожан, можно назвать «Парк на набережной Поймы» архитектурного бюро «Базис» в подмосковном городе Красногорске (рис. 3). На начальном этапе проектирования разработчики активно работали с жителями района, были проведены общественные слушания. В результате студия Базис получила множество положительных отзывов от горожан и жителей района, было отмечено

высокое качество реализованного проекта. Архитекторам удалось найти взаимопонимание между жителями и застройщиками. Основная концепция проектирования набережной Павшинской поймы определялась окружающим контекстом.

Набережная играет роль своеобразной «буферной зоны» между двумя крупными «кластерами»: плотной застройкой без дворов и большим торгово-выставочным комплексом. Территория используется жителями микрорайона как общественное пространство районного значения, а жителями Красногорска – как общественное городское пространство. Таким образом, в проекте нужно было учесть интересы разных групп населения. Набережная спроектирована так, что на ее территории присутствуют транзитные пространства для пешеходных и вело- прогулок со множеством уютных зон для рекреационных пространств,



Рис. 3. Набережная в Павшинской Пойме в подмосковном Красногорске. Архитектурное бюро Basis

на которых расположены зеленые насаждения со скамейками и шезлонгами, площадки для пикников у воды, масштабный амфитеатр [7].

Тема реновации прибрежных территорий очень актуальна для Самары. В городе при существовании четырех очередей благоустроенной набережной существует разрыв береговой линии, с полным отсутствием пешеходной инфраструктуры. Движение вдоль берега осуществляется только в зимнее время или на плавательном средстве, что сильно снижает общий культурно-эстетический уровень территории и ее функциональное использование. В сентябре 2021 г. в Самаре был объявлен конкурс на проектную концепцию развития 5-й очереди набережной в Самаре, в котором авторы приняли участие. Была разработана концепция под названием «Арт-завод», где представлен результат интеграции заводской тематики с искусством, направленный на создание нового пространства, не лишённого индивидуальных черт, собранного из фрагментов истории места, города, государства, личных воспоминаний и в то же время ориентированного в будущее (рис. 4).

Индустриальная эстетика заводских территорий привлекает откровенной структурностью элементов и смелостью применения материалов и формообразования. Открытые конструктивные узлы, активное применение металла, механизация фрагментов среды, включение в рекреационные территории объектов, имитирующих конвейеры, вагонетки, – все это, казалось, долж-

но диссонировать с привычным образом набережной, но в рамках представленной концепции создает необходимый контраст, возводящий техногенную эстетику в ранг «ИСКУССТВА» [8].

За основу концепции взята идея интерпретации заводских процессов в новом ключе. Известно, что город Куйбышев долгое время был городом-заводом, поэтому бессмысленно отрицать историю. Лучше ее использовать! И сегодня место проектирования не лишено заводской романтики, что подтолкнуло нас к созданию альтернативного завода – завода, ничего не производящего буквально, но дающего этому городу очень многое – альтернативную среду времяпрепровождения, насыщенную эмоциями, информацией и событиями (рис. 5). В рамках концепции территория была структурирована, наподобие заводских цехов, производящих штампованную продукцию; но мы альтернативно производим: знания (Цех производства знаний), активный отдых (Цех спорта и отдыха), творчество (Цех «искусствопроизводства»), здоровый аппетит (Цех общественного питания) и полный релакс в конце трудового дня для «сдавших смену» (рис. 5).

На самой набережной все движется подобно заводскому конвейеру – люди, объекты, среда. Территория проектирования находится на границе двух сред – природной и техногенной; используя контраст территорий мы вводим буферное пространство, комфортное для людей. Здесь присутствуют все функции, способные



Рис. 4. Концепция организации 5-й очереди набережной р. Волги в Самаре

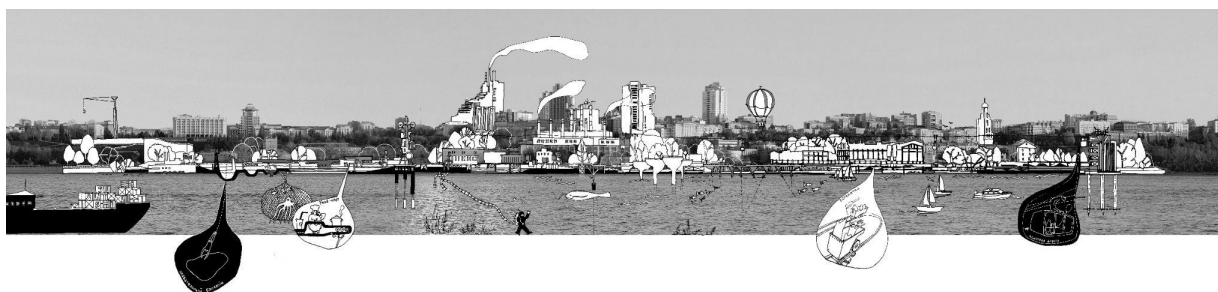


Рис. 5. Панорама. Концепция организации 5-й очереди набережной р. Волги в Самаре

удовлетворить запросы горожан. Зона пикников, детские и спортивные площадки поддерживают семейные ценности [9]. Смотровая площадка и канатная дорога над Волгой создают аттракцион для привлечения туристов. Нестандартные арт-объекты привлекают творческих людей, способных оценить прекрасное и в природе, и в искусстве, и... в производстве. Творческая среда «Арт-Завода» дополняется мастерскими, в которых могут творить художники, музыканты, поэты, другие представители творческих профессий. Здесь можно с пользой провести свой досуг и обогатиться дополнительными знаниями в области искусства. На открытом воздухе есть атриумное пространство, которое можно использовать под лекторий и кинотеатр.

Узнаваемыми стилистическими элементами на территории набережной являются заводские трубы, контейнеры, элементы промышленных конструкций, тематические инсталляции, инфографика. Навигация в среде и нумерация объектов тоже может осуществ-

ляться в сухой манере классификации рабочих цехов: цех № 1, № 2, № 3, что добавит аутентичности этой очереди набережной, превратив ее в альтернативный «сквот» – место творческих индустрий.

Однако главным арт-объектом в среде новой очереди набережной остается Волга. Природную форму волжских пейзажей повторяют пешеходные и велосипедные дорожки, скамейки и навесы. Набережная реки разделена на два уровня с разным пространственным качеством. На первом уровне сохраняется природная среда, высаживаются дополнительные зеленые насаждения, располагаются бассейны с пресной водой и зона пляжного отдыха. Второй уровень отдан больше под прогулочную зону и размещение стационарных и легко демонтируемых объектов – мастерских, фудкорта, инсталляций, смотровых площадок, летнего кинотеатра... Стоя на досках причала, обернувшись спиной к городу, и глядя на воду, рассматривая вдалеке полосу противоположного берега, вы можете почувствовать пре-

емственность культуры города и природы, ощутить плотность времени и смену времен года [10].

В зимний период набережная становится пространством для прогулок и занятий зимними видами спорта. На территории набережной можно залезть катки, организовать проведение рождественской ярмарки, выделить зону для массовых гуляний и проведения концертной деятельности. Вдоль прибрежной зоны может осуществляться прокат беговых лыж и будет сформирована лыжня.

Вся набережная спроектирована с учетом потребностей маломобильных групп населения, в зонах спуска со второго уровня на первый расположены лифты для инвалидов, перепады уровней набережной скорректированы за счет использования пандусов. Как следствие, территория набережной будет комфортна для всех – для людей с ограниченными возможностями, родителей с маленькими детьми и колясками, для пожилых людей.

В зоне Ульяновского спуска, под смотровой площадкой находится транспортно-пересадочный узел для переправы на другую сторону р. Волги, на остров Проран и в село Рождественно, а также для прогулок на речных судах. В зимнее время и межсезонье на пристани осуществляется посадка на суда на воздушной подушке. В продолжении улицы Вилоновской находится паркинг на 50 машиномест. Паркинг одновременно служит для размещения станции канатной дороги и является отправной точкой для перемещения на следующую очередь набережной. Канатная дорога дублирует функции колеса обозрения и служит дополнительным привлекающим «магнитом» в формировании видовых точек восприятия новой набережной и окружающих ландшафтов.

В заключение остается добавить, что задачей данного проекта стало воспроизведение структур, форм и текстур промышленных объектов как наиболее подлинного, яркого и чувственного отражения истории этого места. Это «специализация» и «материализация» памяти, которую авторы постарались показать в проекте [11]. Таким образом, представленная работа может стать частью глобальной идеи реновации прибрежных территорий, базирующейся на идеях придания городским пространствам аутентичности, уникальности, присущей этому месту исторически или вновь приобретенной, независимо от возврата постиндустриальным фрагментам среды их первоначального ландшафта или организации нового, искусственно созданного на месте прежнего.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочкарева С. В. и др. Современные общественные пространства как инструмент развития городской среды: материалы межрегион. науч.-практ.

конф. 29–30 ноября 2018 года: СПбГАСУ. СПб., 2018. 160 с. [Электронный ресурс] https://doc.spbgasu.ru/nauka/2018/sovremennye_obschestvennye_prostranstva_konf_das.pdf. (дата обращения: 04.12.2021).

2. Города будущего [Электронный ресурс] <http://www.gladway.ru/projects> (дата обращения: 04.12.2021).

3. Лекарева Н.А., Заславская А.Ю. Новое значение городских публичных пространств // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, № 2. С. 130–134. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.22.

4. Заславская А.Ю., Заславский Е.М. Природные аналогии в конструкциях современных архитектурных объектов // Градостроительство и архитектура. 2015. № 2(19). С. 19–23. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.02.3.

5. Мельникова В.М., Ксенофонтова Е.А. К проблеме формирования пешеходных пространств в городе Самаре // Градостроительство и архитектура. 2012. Т.2, № 3. С. 27–29. DOI:10.17673/Vestnik.2012.03.6.

6. Реконструкция набережной Минханг. SPARK Architects [Электронный ресурс] <https://www.archdaily.com/970831/minhang-riverfront-regeneration-spark-architects> (дата обращения: 04.12.2021).

7. Парк на набережной Поймы. Архитектурное бюро Базис [Электронный ресурс] <https://www.archdaily.com/966657/поума-embankment-park-basis-architectural-bureau> (дата обращения: 04.12.2021).

8. Каракова Т.В., Заславская А.Ю., Смоленская Е.О. Городской брендинг. Особенности проектирования городского имиджа // Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies (CAEST 2019): международная научная конференция [Электронный ресурс] <http://sib-publish.ru/?tech29&ru> (дата обращения: 4.12.2021) DOI: 10.1088/1757-899X/775/1/012040.

9. Заславская А.Ю. Современные тенденции в ландшафтном проектировании городских пространств // Постиндустриальная среда российских мегаполисов: сб. статей по материалам научно-технической конференции с международным участием / под ред. М.В. Шувалова, Е.А. Ахмедовой, Т.В. Караковой. Самара, 2020. С. 165–169.

10. Заславская А.Ю., Смоленская Е.О. Формирование бренда города // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Самара: СамГТУ, 2020

11. Линч К. Образ города. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.

REFERENCES

1. Bochkareva S.V. and others. Modern public spaces as a tool for the development of the urban environment. *Materialy mezhrregion. nauch.-prakt. konf. 29–30 nojabrja 2018 goda: SPbGASU* [Materials inter-region scientific and practical conf. November 29-30, 2018: SPbGASU], 2018,160 p. (In Russian). Available at: https://doc.spbgasu.ru/nauka/2018/sovremennye_obschestvennye_prostranstva_konf_das.pdf (Accessd 4 December 2021).

2. Goroda budushhego (Cities of the future). Available at: <http://www.gladway.ru/projects> (Accessd 4 December 2021).

3. Lekareva N.A., Zaslavskaya A.Yu. New Meaning of Urban Public Spaces. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2018. vol.8, no.2. pp. 130–134. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.22.

4. Zaslavskaya A.Yu., Zaslavsky E.M. Nature Analogies in Constructions of Modern Architectural Objects. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2015. no.2(19). pp. 19–23. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2015.02.3

5. Melnikova V.M., Ksenofontova E.A. To the problem of the formation of pedestrian spaces in the city of Samara. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2012, vol.2, no.3. pp. 27–29. (in Russian) DOI:10.17673/Vestnik.2012.03.6.

6. Rekonstrukcija naberezhnoj Minhang. Arhitekturny SPARK (Reconstruction of Minhang embankment. SPARK Architects) Available at: <https://www.archdaily.com/970831/minhang-riverfront-regeneration-spark-architects> (Accessed 4 December 2021).

7. Park na naberezhnoj Pojmy. Arhitekturnoe bjuro Bazis (Park on Floodplain Embankment. Architectural Bureau Basis) Available at: <https://www.archdaily.com/966657/poyma-embankment-park-basis-architectural-bureau> (Accessed 4 December 2021).

8. Karakova T.V., Zaslavskaya A.Yu., Smolenskaya E.O. City branding. *Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies (CAEST 2019): mezhdunarodnaja*

nauchnaja konferencija [Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies (CAEST 2019): International Scientific Conference], 2019 Available at: <http://sib-publish.ru/?tech29&ru> (Accessed 4 December 2021). DOI: 10.1088/1757-899X/775/1/012040.

9. Zaslavskaya A.Yu. Modern trends in landscape design of urban spaces. *Postindustrial'naja sreda rossijskih megapolisov: sb. statej po materialam nauchno-tehnicheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Post-industrial environment of Russian megacities: sb. articles on the materials of the scientific and technical conference with international participation]. Samara, 2020, pp. 165–169. (In Russian)

10. Zaslavskaya A.Yu. Smolenskaya E.O. Formation of the city brand. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture* [Traditions and innovations in construction and architecture]. Samara, SSTU, 2020. (In Russian)

11. Lynch K. *Obraz goroda* [Image of the city]. Moscow, Stroyizdat, 1982. 328 p.

Об авторах:

ЗАСЛАВСКАЯ Анна Юрьевна

кандидат архитектурных наук, доцент,
доцент кафедры дизайна
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: polidesign80@mail.ru

ZASLAVSKAYA Anna Yu.

PhD of Architecture, Associate Professor, Associate
Professor of the Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: polidesign80@mail.ru

СМОЛЕНСКАЯ Елена Олеговна

кандидат архитектурных наук, доцент
кафедры дизайна
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: a-d-group@mail.ru

SMOLENSKAYA Elena OI.

PhD of Architecture, Associate Professor
of the Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: a-d-group@mail.ru

ШМЕЛЬКОВА Мария Александровна

магистрант кафедры градостроительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: masha.shmelkova.98@mail.ru

SHMELKOVA Maria Alexandrovna

Master's Degree Student of the Urban Planning Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: masha.shmelkova.98@mail.ru

Для цитирования: Заславская А.Ю., Смоленская Е.О., Шмелькова М.А. Использование потенциала прибрежных территорий для повышения комфорта жизни в городах // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 4. С. 125–131. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.15.

For citation: Zaslavskaya A.Yu., Smolenskaya E.O., Shmelkova M.A. Harnessing the potential of coastal areas to improve the comfort of urban living. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 125–131. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.15.

Т. В. КАРАКОВА
А. В. ДАНИЛОВА

РОЛЬ «ЗРИТЕЛЬНЫХ АНСАМБЛЕЙ» В ФОРМИРОВАНИИ АТТРАКТИВНОГО ОБРАЗА ОБЪЕКТА АРХИТЕКТУРЫ

ROLE OF “VISUAL ENSEMBLES” IN THE FORMATION OF ATTRACTIVE IMAGE OF THE ARCHITECTURE OBJECT

В статье раскрыта роль «зрительных ансамблей» в формировании аттрактивного образа объекта архитектуры в ходе его проектирования и реновации. Введение нового определения «зрительный ансамбль» в проектную практику дизайнера и архитектора позволяет определять степень перегруженности городской среды визуальными акцентами. Это приобретает особую актуальность в связи с распространением в наших городах индустриальной типовой застройки, формирующей негативное визуальное поле. Прием художественной перфорации восполняет этические и психологические потребности человека и формирует эстетические образы городской среды. В статье раскрыт алгоритм включения адапционных пауз на основе выделения «зрительных ансамблей» в виде зрительных акцентов (плоскостей с художественной перфорацией) в протяженный ряд застройки в различных локациях: площадь, улица, магистральная улица и эспланада.

Ключевые слова: «зрительный ансамбль», художественная перфорация, архитектура, городская среда, саккады, адапционные паузы

Рядом ученых в области когнитивной психологии, формирования комфортной визуальной среды в городе, зрительного восприятия и восприятия усредненных характеристик объектов было выделено понятие «зрительный ансамбль», в которое вложено следующее значение: мгновенное визуальное определение, извлечение и кодирование обобщенных статистических свойств группы объектов с высокой степенью точности [1–5]. Анализ и учет характеристик «зрительного ансамбля» связан с подсчетом степени перегруженности визуальными акцентами городской среды. При этом большинство исследователей отмечают, что в восприятии усредняются такие характеристики множества объектов, как: размер, ориентация, скорость движения пешехода, яркость, цветовой тон и расположение объекта в пространстве [6].

Гомогенная среда районов индустриальной застройки, сформированная панельным

The article reveals the role of “visual ensembles” in the formation of an attractive image of an architectural object during its design and renovation. The introduction of a new definition of “visual ensemble” into the design practice of a designer and an architect makes it possible to determine the degree of congestion of the urban environment with visual accents. This becomes particularly relevant in connection with the spread of industrial standard buildings in our cities, forming a negative visual field. The technique of artistic perforation fills the ethical and psychological needs of a person and forms aesthetic images of the urban environment. The authors in this article have revealed an algorithm for including adaptive pauses based on the allocation of “visual ensembles” in the form of visual accents (planes with artistic perforation) in an extended series of buildings in various locations: square, street, main street and esplanade.

Keywords: «visual ensemble», artistic perforation, architecture, urban environment, saccades, adaptation pauses

домостроением 60–70-х гг. XX в. и состоящая из однотипных фасадных систем, формирует однородное поле визуальной среды, что по подсчетам ученых составляет 60 % от общего объема домостроения в городах. Процессы урбанизации, по данным Всемирной организации здравоохранения, ведут к росту числа психических заболеваний и городская среда превращается в экологически опасный фактор, так как оказывает отрицательное воздействие на психологическое, физиологическое и эстетическое состояние человека [7]. Возрастающая нагрузка на зрение вступает в противоречие с физиологическими возможностями движения глаз человека, в частности с явлением «автоматии саккад» [8]. Саккады – быстрые движения глаз, которые позволяют человеку сканировать визуальную среду, переключаясь между фиксациями [4]. К восприятию гомогенного поля в архитектуре также относятся одно-

родные торцы зданий, полностью остекленные большие поверхности фасадов, многоэтажные здания с метрическим рядом повторяющихся окон, в такой среде глазу не на чем сфокусироваться после очередной «саккады».

Авторский анализ показал, что существенным вкладом в формирование гармоничной визуальной среды является включение современных фасадных систем, одна из которых – перфорированные фасады. Их использование при проектировании и реновации архитектуры города способно преобразовать агрессивное визуальное поле архитектурного объекта и городской среды, создать аутентичные и аттрактивные объекты, зрительные фокусы и композиционное разнообразие. Такой прием в архитектуре приобретает роль реабилитационного инструментария визуальной экологии [9]. Кроме этого, привнесение черт регионализма с помощью художественной перфорации восполняет этические и психологические потребности человека в наличии «третьей» природы – национальной архитектуры, запечатленной в сознании [10]. С помощью вариативности операций с элементами художественной перфорации, такими как преобразование конфигурации рисунка, варьирование размерами, пропорциями и количеством перфорированных отверстий, изменение локаций и координатных осей рисунка художественной перфорации, появляется возможность создать комфортную визуальную среду.

По мнению авторов, заполнение фасадов зданий города излишними деталями, рекламой с целью создания ментальных триггеров может быть во многом заменено созданием «зрительных ансамблей» с помощью включения приема художественной перфорации, формирование которой позволяет зрительной системе человека извлекать и кодировать композиционные факторы, а также – абстрактные статистические свойства композиции, характеристиками которых являются количество элементов, их средний диаметр и суммарная площадь.

В результате исследования авторами были выявлены три типа построения структуры художественной перфорации в архитектуре: гомогенная, фрагментарная, смешанная.

Гомогенная структура состоит из одинаковых ячеек перфорации с равным интервалом между ними и строится на «зрительном ансамбле» на основе одного элемента. Одним из наиболее ярких примеров архитектурного объекта с такой структурой перфорации является центральная библиотека в Бирмингеме (арх. мастерская Месапоо, Бирмингем, Великобритания, 2013 г. (рис. 1)). Фасад здания представляет собой многослойную структуру, состоящую из остек-

ления и двух слоев перфорированных систем, представленных 557 алюминиевыми кольцами серебристого и черного цвета. Второй и третий слои формируют одинаковые по размеру и интервальному расположению элементы [11].

Еще одним ярким примером гомогенной структуры является «Павильон бабочек» (дизайн-студия 3deluxe. Остров Нур, ОАЭ, 2015 г. (рис. 2)), биоморфная сетчатая оболочка крыши которого состоит из более 4 тыс. алюминиевых элементов резного орнамента в виде одного повторяющегося элемента бабочки, напоминающего традиционные арабские узоры [12].

Фрагментарная структура отличается тем, что перфорация частично покрывает ряд фасадных плоскостей или объемов объекта. Построение строится на «зрительном ансамбле» на основе монокомпозиции с количеством элементов в диапазоне 5–7 единиц, при условии, что каждый из этих элементов выступает как отдельный и уникальный. Следует отметить, что большое множество элементов вызывает распределение внимания между ними и менее точную репрезентацию каждого.

Фрагментарная структура перфорации представлена в здании культурного центра Kring Kumho (арх. Unsangdong, Сеул, Корея, 2008 г. (рис. 3)), фасад которого фрагментарно прорезан круглыми перфорациями в «телескопических» обрамлениях, символизирующих расходящиеся звуковые волны внутри акустической системы, воплощенной в объеме здания [13].

Фасад здания театра де Ступ (арх. UNStudio, Нидерланды, Спейкениссе, 2014 г. (рис. 4)) покрыт художественной перфорацией, построенной на основе математического алгоритма аттрактора. Через круглый геометрический рисунок просвечивает яркая «подкладка» фасада и в темное время суток отверстия подсвечиваются светодиодами [14].

Смешанная композиционная структура художественной перфорации характеризуется сочетанием гомогенной и фрагментарной и строится на «зрительном ансамбле» на основе поликомпонентности, т. е. одновременно сочетает одинаковые ячейки перфорации с равным интервалом между ними и доминантные элементы на основе монокомпозиции. Одним из наиболее ярких примеров архитектурного объекта с такой структурой перфорации является здание университета Liverpool (арх. Михель Рохкинд, Мексика, Мехико, 2014 г. (рис. 5)), фасад которого состоит из трех слоев шестиугольных сеток сотообразных металлических структур (гомогенной и фрагментарной), разных по размерам, интервалам и композиционным доминантам [15].

Еще одним заметным примером смешанной структуры перфорации является проект



Рис. 1. Центральная библиотека в Бирмингеме, арх. мастерская Месапоо, Бирмингем, Великобритания, 2013 г.

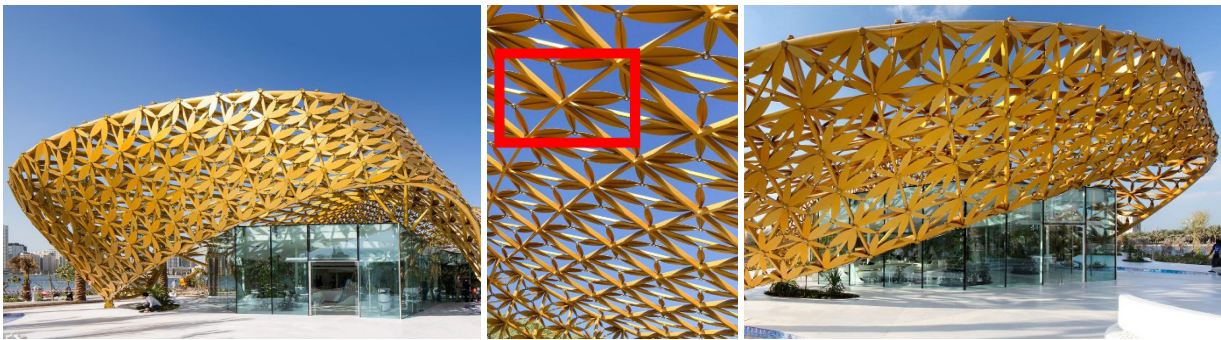


Рис. 2. Павильон бабочек, арх. дизайн-студия 3deluxe. Остров Нур, ОАЭ, 2015 г.



Рис. 3. Культурный центр Kring Kumho, арх. Unsangdong, Сеул, Корея, 2008 г.

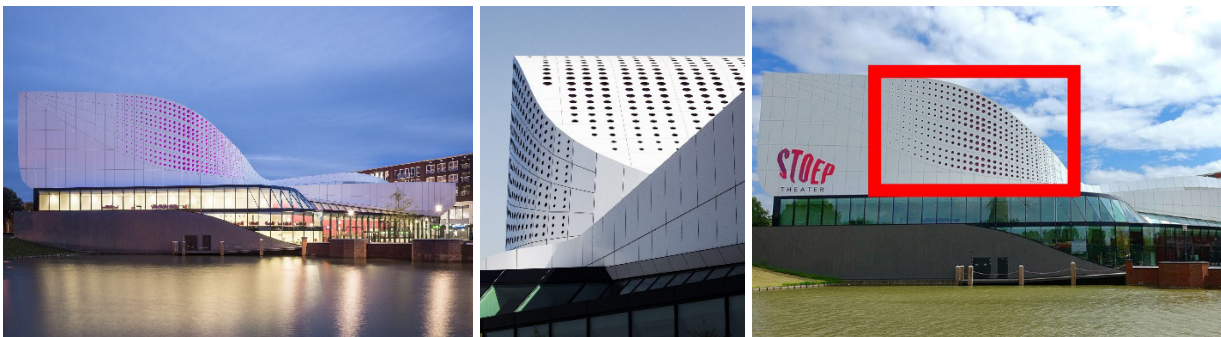


Рис. 4. Театр де Ступ, арх. UNStudio, Нидерланды, Спейкениссе, 2014 г.

офисного здания «Cube» и «Tube» (студия «Sako Architects», Цзиньхуа, Китай, 2010 г. (рис. 6)). Основой внутренней конструкции и структуры здания стали коридоры, соединённые террасами со всех сторон объекта – востока, запада, юга и севера, для того чтобы впустить ветер и свет внутрь здания. Фасад офисного центра разделен на квадратные модули с боковой стороной 550 мм, что является половиной высоты поручней и стало модулем для создания наружных поверхностей, внутренних пространств и мебели. Эта модульность предопределила специфику структуры перфорации на фасадных плоскостях объекта архитектуры, где интегрированы однородная и фрагментарная структуры с выделением «зрительных ансамблей» на основе поликомпонентности [16].

Целым рядом научных исследований установлено, что помимо выделения «зрительных ансамблей» в композиционной структуре архитектурных объектов важнейшую роль играет характер восприятия и видимость деталей, степень удаленности от него наблюдателя от угла его восприятия. При этом построение визуального кадра должно строиться с учетом скорости пешеходного или транспортного движения человека. Было определено, что оптимальное время демонстрации одного зрительного кадра составляет 20-30 секунд. Следовательно, при

средней скорости пешехода 4 км/ч для него через каждые 20-30 м необходимо создавать адаптационные паузы – контрастные, лаконичные, укрупненные соотношения светоцветовых и объемно-пространственных элементов композиции. При движении на транспорте средняя скорость составляет 40 км/ч, что создает необходимость создания адаптационных пауз через 220-230 м [17, 18].

Авторами был произведен расчет определения оптимального расстояния или протяженности адаптационных пауз, а именно – включение зрительных акцентов, которыми могут служить плоскости с художественной перфорацией с учетом особенностей градостроительных ситуаций:

1. Городская площадь (малого, среднего и большого размера): разнообразие визуальных кадров не вызывает необходимости в создании на фасадах зданий адаптационных пауз, прерывающих монотонность их композиции, так как пространство площади, ее застройки и улиц, примыкающих к ней, часто создаются как единое художественное целое с обилием деталей, фокусирующих внимание зрителя.

2. Улица как линейно-узловая структура (с периметральной застройкой в красной линии, с углубленным расположением здания от красной линии застройки, с развитым курдо-

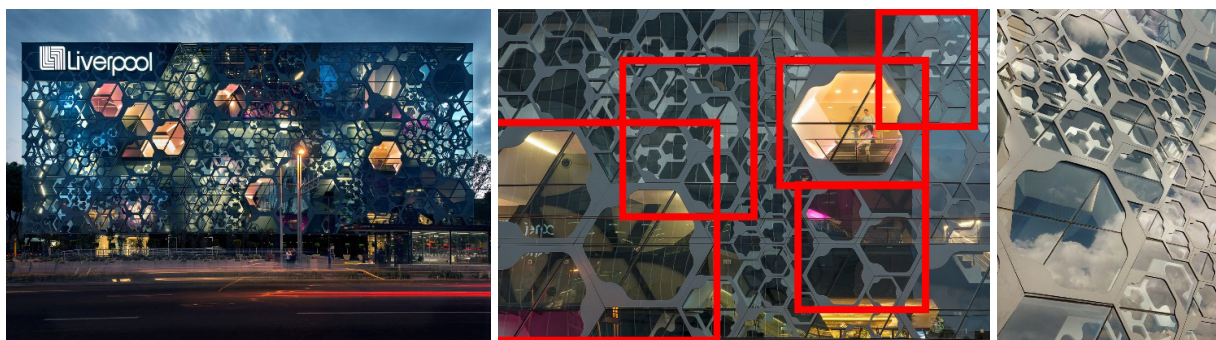


Рис. 5. Здание универмага Liverpool, арх. Мигель Рохкинд, Мексика, Мехико, 2014 г.



Рис. 6. Проект офисного здания «Cube» и «Tube», арх. студия Sako, Цзиньхуа, 2010 г.

нером перед общественным зданием) требует создания адаптационных пауз во фронте протяженных фасадов через 20-30 м при пешеходном движении вдоль застройки и – через 220-330 м при движении на транспорте со средней скоростью 40 км/ч.

3. Городская магистральная улица и эспланада нуждаются во включении адаптационных пауз через 20-30 м при пешеходном движении вдоль застройки и – через 330-500 м при движении на транспорте со средней скоростью 60 км/ч.

Вывод. Учет вышеперечисленных факторов однозначно позволяет решить такой комплекс проблем, как создание аттрактивных, притягивающих внимание объектов, украшающих социально значимые городские пространства, формирующих комфортный и эстетический визуальный бассейн города. С помощью включения приемов художественной перфорации появляется возможность создания «зрительных ансамблей» в городской застройке на основе использования принципов художественной перфорации с гомогенной, фрагментарной и смешанной композиционными структурами. Авторское исследование позволяет классифицировать использование приема художественной перфорации в архитектуре фасадов общественных зданий не только как один из реабилитационных инструментов визуальной экологии, но и как мощное средство реновации отдельных объектов и среды города, остро нуждающихся в создании уникального, аутентичного образа, кодирующего специфику регионализма, истории места и его культурно-контекста.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-312-90005.

The reported study was funded by RFBR, project number 20-312-90005.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Alvarez G. A. Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition // Trends in Cognitive Sciences. 2011. Vol. 15. No. 3. P. 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.01.003>.
2. Utochkin I. S., Brady T. F. Individual representations in visual working memory inherit ensemble properties // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2020. Vol. 46. No. 5. P. 458–473. <https://doi.org/10.1037/xhp0000727>.
3. Беляева Е. Д. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия. М.: Стройиздат, 1987. 125 с.
4. Филин В.А. Визуальная среда города // Вестник международной академии наук, Русская секция. 2006. № 2. С. 43–50.
5. Реутская И.П. визуальное восприятие как фактор формирования архитектурной композиции жилых зданий // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. Архитектура и градостроительство. 2009. № 12. С. 7–11.
6. Яковлев А. Ю., Тюрина Н.А., Уточкин И. С. Зрительное восприятие ансамблей: обзор исследований // Российский журнал когнитивной науки. 2020. № 3. С. 4–24.
7. Филин В.А. Видеоэкология. Что для глаз хорошо, а что – плохо. М.: Видеоэкология, 2006. 512 с.
8. Тетиор А.Н. Здоровый город XXI века (основы архитектурно-строительной экологии). М.: РЭФИА, 1997. 699 с.
9. Строганов В.Ф., Давлетшина Л.А. Взгляд на развитие форм архитектурных объектов с точки зрения видеоэкологии // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 1(13). С. 373–375.
10. Формирование комфортной визуальной среды в городе [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ecoportal.su/public/industry/view/795.html>.
11. Центральная библиотека в Бирмингеме [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://archi.ru/world/49998/alyuminievye-kruzheva>.
12. Павильон бабочек [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.admagazine.ru/architecture/pavilon-babochek-v-oae>.
13. Культурный центр Kring Kumho [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.archdaily.com/66959/kring-kumho-culture-complex-unsangdong-architects>.
14. Театр де Ступ [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://archi.ru/world/58006/fasad-napodkladke>.
15. Здание универмага Liverpool [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://archi.ru/world/58382/iznutri-naruzhu>.
16. Проект офисного здания «Cube» и «Tube» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.archdaily.com/241038/cube-tube-in-jinhua-sako-architects>.
17. Михайлов С.М. Метод «сценарных карт» в организации предметно-пространственной среды современного города // Мир науки, культуры, образования. 2009. № 6(18). С. 49–51.
18. Оболенский Н.В. Архитектурная физика. М.: Архитектура-С, 2007. 442 с.

REFERENCES

1. Alvarez G. A. Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition. Trends in Cognitive Sciences, 2011, vol. 15, no. 3, pp. 122-131. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.01.003>
2. Utochkin I. S., Brady T. F. Individual representations in visual working memory inherit ensemble properties. Journal of Experimental Psychology: Human

Perception and Performance, 2020, vol. 46, no. 5, pp. 458 – 473. <https://doi.org/10.1037/xhp0000727>

3. Belyaeva E. D. *Arhitekturno-prostranstvennaya sreda goroda kak ob'ekt zritel'nogo vospriyatiya* [The architectural and spatial environment of the city as an object of visual perception]. Moscow: Stroyizdat, 1987. 125 p.

4. Filin V.A. Visual environment of the city. *Vestnik mezhdunarodnoj akademii nauk, Russkaya sekciya* [Bulletin of the International Academy of Sciences, Russian Section], 2006, no. 2, pp. 43-50. (in Russian)

5. Reutskaya I.P. Visual perception as a factor in the formation of architectural composition of residential buildings. *Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F.: Stroitel'stvo. Prikladnye nauki. Arhitektura i gradostroitel'stvo* [Bulletin of Polotsk State University. Series F.: Construction. Applied sciences. Architecture and Urban Planning], 2009, no. 12, pp.7-11. (in Russian)

6. Yakovlev A. Yu., Tyurina N.A., Utochkin I. S. Visual perception of ensembles: research review. *Rossijskij zhurnal kognitivnoj nauki* [Russian Journal of Cognitive Science], 2020, no. 3, pp.4-24. (in Russian)

7. Filin V.A. *Videokologiya. Chto dlya glaz horosho, a chto – ploho* [Videoecology. What is good for the eyes, and what is bad]. M.: Videoecology, 2006. 512 p.

8. Tetior A.N. *Zdorovyj gorod HKHI veka (osnovy arhitekturno-stroitel'noj ekologii)* [Healthy city of the XXI century (fundamentals of architectural and construction ecology)]. M.: REFIA, 1997. 699 p.

9. Stroganov V.F., Davletshina L.A. A look at the development of forms of architectural objects from the point of view of video ecology. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering], 2010, no. 1 (13), pp. 373-375. (in Russian)

10. *Formirovanie komfortnoj vizual'noj sredy v gorode* [Formation of a comfortable visual environment in the city]. Available at: <https://ecportal.su/public/industry/view/795.html>

11. Central Library in Birmingham. Available at: <https://archi.ru/world/49998/alyuminievye-kruzheva>

12. *Pavil'on babochek* [Butterfly Pavilion]. Available at: <https://www.admagazine.ru/architecture/pavilon-babochek-v-oe>

13. *Kul'turnyj centr Kring Kumho* [Kring Kumho Cultural Center][Electronic resource]. Available at: <https://www.archdaily.com/66959/kring-kumho-culture-complex-unsangdong-architects>

14. *Teatr de Stup* [Theater de Stoop]. Available at: <https://archi.ru/world/58006/fasad-na-podkladke>

15. *Zdanie univermaga Liverpool* [Liverpool Department Store building]. Available at: <https://archi.ru/world/58382/iznutri-naruzhu>

16. *Proekt ofisnogo zdaniya «Cube» i «Tube»* [The project of the office building “Cube” and “Tube”]. Available at: <https://www.archdaily.com/241038/cube-tube-in-jinhua-sako-architects>

17. Mikhailov S.M. The method of “scenario maps” in the organization of the subject-spatial environment of a modern city. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of Science, Culture, education], 2009, no. 6 (18), pp. 49-51. (in Russian)

18. Obolensky N.V. *Arhitekturnaya fizika* [Architectural physics]. M.: Architecture-S, 2007. 442 p.

Об авторах:

КАРАКОВА Татьяна Владимировна

доктор архитектуры, заведующая кафедрой дизайна Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: t.karakowa@mail.ru

ДАНИЛОВА Анастасия Вадимовна

аспирант кафедры дизайна Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: n_Anastasiya163@list.ru

KARAKOVA Tatiana V.

Doctor of Architecture, Head of the Design Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: t.karakowa@mail.ru

DANILOVA Anastasiya V.

Postgraduate Student of the Design Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: n_Anastasiya163@list.ru

Для цитирования: Каракова Т.В., Данилова А.В. Роль «зрительных ансамблей» в формировании аттрактивного образа объекта архитектуры // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 132–137. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.16.

For citation: Karakova T.V., Danilova A.V. Role of “Visual Ensembles” in the Formation of Attractive Image of the Architecture Object. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 132–137. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.16.

Н. Г. ФИЛАТОВА

ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ АКВАРЕЛЬНОЙ ГРАФИКИ АРХИТЕКТОРА ПЕТРА ЩЕРБАЧЕВА

ARTISTIC FEATURES OF WATERCOLOR GRAPHICS
BY ARCHITECT PYOTR SHCHERBACHEV

В статье рассматриваются живописные произведения самарского архитектора П.А. Щербачева из личного фонда семьи Щербачевых. Проанализированы особенности акварельной живописи мастера, формирующие культуру визуального восприятия, остроту пространственного мышления, композиционные навыки. Дана характеристика применения стилиобразующих приемов разработки композиции пейзажных зарисовок в зависимости от объекта рисования. Дана краткая классификация художественных направлений, представленных графическими произведениями П.А.Щербачева. Высказано суждение о необходимости творческого приложения подходов акварельной живописи к выбору выразительных средств, техник и приемов в визуализации архитектурных проектов.

Ключевые слова: академическое образование, творческие подходы, авторская стилистика, акварельная живопись, техники акварели, выразительные средства, архитектурная графика

Петр Александрович Щербачев получил классическое художественное образование архитектора. Он с благодарностью вспоминал уроки рисунка и живописи в Московском высшем художественном училище живописи, ваяния и зодчества у замечательного педагога и художника Василия Николаевича Бакшеева [1]. О работах Бакшеева А.А.Пластов писал: «Для меня живопись Бакшеева, вся его личность всегда были и есть как родничок холодной чистой кристальной воды».

Использование в архитектурной графике техники акварели имеет свои особенности и ряд ограничений. Однако освоение многочисленных приемов и техник работы на занятиях по живописи обогащает профессиональную палитру архитектора. Необходимо отметить, что в российской архитектурной школе уделялось особое внимание акварельной живописи. В 1885 г. на архитектурном факультете Академии художеств Альберт Бенуа – создатель «Общества русских акварелистов» организовал класс акварельной живописи. Тем самым еще больше повысив популярность акварельной живописи, а также предо-

The article discusses the paintings of Samara architect P.A. Shcherbachev from the personal fund of the Shcherbachev family. The features of the master's watercolor painting that form the culture of visual perception, the sharpness of spatial thinking, compositional skills are analyzed. The characteristic of the use of style-forming techniques for developing the composition of landscape sketches, depending on the object of drawing, is given. A brief classification of the artistic trends represented by the graphic works of P.A.Shcherbachev is given. A judgment is made about the need for creative application of watercolor painting approaches to the choice of expressive means, methods and techniques in the visualization of architectural projects.

Keywords: academic education, creative approaches, author's style, watercolor painting, watercolor techniques, expressive means, architectural graphics



Петр Александрович Щербачев.
Автопортрет. 1965 г.

ставив возможность студентам и выпускникам академии выставлять свои работы на многочисленных выставках.

В 1914 г. П.А. Щербачев совершает экскурсию в Италию и Австрию для ознакомления с памятниками архитектуры [2]. Владение техникой классической многослойной акварели позволило Петру Александровичу создавать архитектурные пейзажи, имеющие вид завершенной станковой композиции. В этих работах продумана структура планов, цветовое единство, нюансы воздушной перспективы. Именно эти качества придают акварелям монументальность. Стилистически данные пейзажи принадлежат к салонно-академическому направлению, в котором работали такие художники, как Альберт Бенуа, Л. С. Бакст, В. А. Плотников. Созданная в 1914 г. акварель *Versailles*, написанная легко и воздушно, имеет в своей основе четкую ритмическую связь вертикалей и горизонталей. «Версальские сюжеты» как будто отталкиваются от стиля паркового искусства Версаля, его художественной образности. Структура геометрических объемов выстриженных кустарников и деревьев в сочетании со скульптурой, струями фонтанов создает впечатление масштабности, парадности, величественного архитектурного сооружения. Изображения носят характер исторической декорации.

Многочисленные поездки по стране и Европе стали поводом для создания пейзажей, принадлежащих к реалистическому направлению. Это и быстрые очерковые рисунки, и основательно прописанные акварели.



Основной темой в пейзажном жанре на протяжении всей его жизни было море. Изображение Неаполя с дымящимся на дальнем плане Везувием пробуждает воспоминание о трагедии 6 апреля 1906 г. День, когда «лавовые бомбы» – валуны пепла и камни весом до двух тонн – разрушали дома и церкви вместе с находившимися в них людьми, а горячие грязевые потоки и оползни уничтожали близлежащие территории. Контраст синевы морской глади и чернеющих треугольников вулканов, занимающих две трети листа, создает тревожное ощущение трагедии и хрупкости жизни в этом прекрасном уголке земли.

Море в акварелях Петра Щербачева (Гагры, 1935 г.) всегда спокойное и величественное. Оно противопоставлено прозрачному небу с бегущими по нему облаками. Сдержанный характер изображения морского пространства достигается тщательным отбором цветовых сочетаний, а колебание водной поверхности создается лессировочными штрихами.

Пластический прием изображения высокого волжского берега отсылает нас к эстетике театральной декорации. Изогнутые изгибы зеленых холмов, рокайльные мотивы тяжелых кучевых облаков создают эффект вечно длящегося пространства. Плоскостная декоративность придает композиции символический характер. Вся работа дышит былинностью, сказочностью.

В горизонтальное членение массивов текущей воды, плоского берега, монотонно чередующихся деревьев вносит разнообразие облачное небо. В этих плотных, нависших над лесом облаках формируется воздушная перспектива, уводящая взгляд зрителя вдаль.



Версальские сюжеты. 1914 г.



Неаполь. 1917 г.



Гагры. 1935 г.



Волжский берег



Волга. Осень

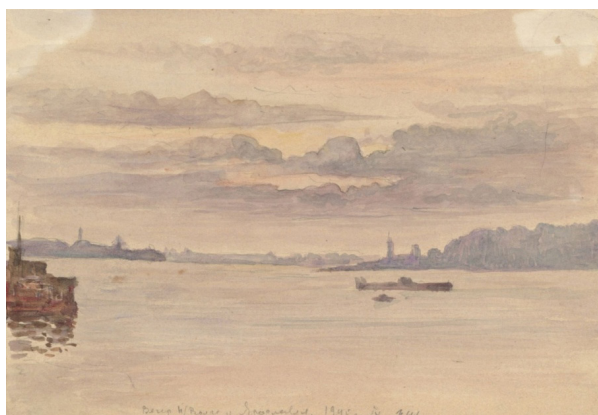
В акварели «Берега Камы» вполне жанровый сюжет: груженная баржа медленно движется по водной глади. Но кулисно расположенные холмы открывают дремучие леса, над ними золотое утасаживающее небо. Сдержанная цветовая гамма предполагает активное использование принципа теплохолодности и контраста тональных отношений. Работа лаконична и монументальна... «Русь святая»...



Берега Камы



Кама



Вечер на Волге у Ярославля. 1946 г.

Важнейшее отличительное свойство акварели – прозрачность красок. Живописная выразительность в акварельной зарисовке реки Камы строится за счет использования крупных светонесущих пятнистых заливок, передачи глубины пространства, световоздушной среды. Ритм облаков, пятна зеленого леса и красной глины берега создают ощущение подвижности, изменчивости древней и вечно живой природы [3].

Акварель отлично подходила для быстрой фиксации зрительных впечатлений архитектора. Эту технику отличает компактность исходных материалов, быстрота исполнения. И ряд работ действительно носит характер «путевых заметок» [4].

В путешествиях по Волге и Каме появляются изображения волжских берегов в разное время суток. Работа на пленэре позволяет выявить зависимость цветовых отношений от освещения и создать «колористический портрет» увиденного. Кажущаяся простота и легкость письма водяными красками на самом деле требует особой точности рисунка и цветового видения, безошибочности мазка, поскольку эта техника не любит поправок, счисток [3]. Выполненные в стилистике реализма эти работы часто приобретают романтический характер.

Знание техники многослойной акварельной живописи и законов световоздушной и архитектурной перспективы помогает соз-



Волжские берега



давать акварельные этюды волжских берегов. Их характерные силуэты узнаваемы и сегодня. Цветовая гармония, пластическая ясность, мягкость тональных переходов, чередование теплых и холодных тонов.

Композиционный принцип «закрытого» пространства Петр Щербачев применил в работе «Винновка». Стойки и перила террасы организуют плоскости переднего плана, через которые видна панорама живописно раскинувшегося волжского села. Акварель как техника, сочетающая живописные и графические достоинства, дает богатые возможности творческого выражения. Сдержанные цветовые отношения – красная охра на переднем плане и ультрамариновые голубые дали – создают колорит жаркого дня. Архитектурный прием отмывки применен в рисунке неба. А выполненная с проектной точностью перспектива строений и пространства создает конструктивный каркас изображения [5].

В акварели «Пристань у Кинешмы», 1955 г., композиция строится на основе угловой перспективы. Раскрывая пространство в глубину, лодки, пароходики, баржи следуют к пристани, за которой видна панорама города.

В работе «Кинешма на Волге», 1945 г. архитектура представляется частью природной среды. Подчиняясь логике уходящей дороги, взгляд зрителя движется к белокаменной церкви и колокольне, силуэтом выделяющимся на фоне золотого угасающего неба. Анализ цветовых сочетаний, которые характеризуют вечернее, дневное освещение, позволяет архитектору составить представление о цветовых гармонических модуляциях, востребованных в профессиональной деятельности [5].



Кама



Волга. 1948 г.



Пристань у Кинешмы. 1955 г.



Винновка



Кинешма на Волге. 1945 г.

Анализ художественно-выразительных средств, используемых Петром Александровичем Щербачевым, демонстрирует знакомство с русской и европейской школой акварели. Классическая подготовка в Московском училище живописи ваяния и зодчества позволяла ему свободно раскрывать замысел пейзажных композиций, используя законы перспективы, зрительного восприятия среды. Соединение в акварелях Щербачева достоинств графического и живописного искусства обусловило разнообразие художественного выражения задуманного сюжета.

Опираясь на реализм как творческий метод, П.А. Щербачев разнообразил стилистику своих работ, представляя их в духе неоромантизма, символизма, академизма. Архитектурный рисунок акварелью, в отличие от рисунка живописца, имеет свои законы цветовоспроизведения и свои технические принципы. Зодчий стремится даже в беглых набросках дать ясное и четкое изображение пространства и конструктивных особенностей изображаемого объекта.

Акварели Петра Щербачева отличаются прекрасной техникой исполнения, прозрачностью. В них отражаются эстетические пристрастия зодчего, его мироощущение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектурные школы Москвы. Учителя и ученики, 1749-1918 /сост. Л. И. Иванова-Везн. М.: Ладыя,1999. 80 с.
2. Самогоров В.А., Иванов М.О. Архитектура Александра и Петра Щербачевых в Самаре. Книга II. Архитектор Петр Щербачев. Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. 416 с.
3. Зайцев К. Г. Графика и архитектурное творчество. М.: Стройиздат,1979. 160 с.
4. Ревякин П.П. Техника акварельной живописи. М.: Архитектура-С, 2015. 248 с.
5. Филатова Н.Г. Графические приемы визуализации современного архитектурного пространства // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: мат-лы 64-й Всерос. научно-технич. конф. / СГАСУ. Самара, 2007. С. 262.
6. Акварели из материалов личного архива семьи Щербачевых.

REFERENCES

1. *Arhitekturnye shkoly Moskvy. Uchitelya i ucheniki,1749-1918* [Architectural schools of Moscow. Teachers and students,1749-1918] / comp. L. I. Ivanova-Vee`n. M.: Lad`ya,1999. 80 p.
2. Samogorov V.A., Ivanov M.O. *Arhitektura Aleksandra i Petra SHCHerbachevyh v Samare. Kniga II. Arhitektor Petr SHCHerbachev* [Architecture of Alexander and Peter Shcherbachev in Samara. Book II. Architect Pyotr Shcherbachev]. Samara: Samara State University of Architecture and Civil Engineering, 2014. 416 p.
3. Zaytsev K. G. *Grafika i arhitekturnoe tvorchestvo* [Graphics and architectural creativity]. M.: Strojizdat,1979. 160 p.
4. Revyakin P.P. *Tekhnika akvarel'noj zhivopisi* [Watercolor painting technique]. M.: Arxitektura-S, 2015. 248 p.
5. Filatova N.G. Graphical visualization techniques of modern architectural space. *Aktual`ny`e problemy` v stroitel`stve i arxitekture. Obrazovanie. Nauka. Praktika* [Actual problems in construction and architecture. Education. Science], 2007, p. 262. (in Russian)
6. *Akvareli iz materialov lichnogo arhiva sem'i SHCHerbachevyh* [Watercolors from the materials of the personal archive of the Shcherbachev family].

Об авторе:

ФИЛАТОВА Наталия Геннадьевна

кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры
инновационного проектирования
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: arbuзc@yandex.ru

FILATOVA Natalia G.

PhD in Philosophy, Associate Professor of the Innovative
Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya, 244
E-mail: arbuзc@yandex.ru

Для цитирования: Филатова Н.Г. Художественные особенности акварельной графики архитектора Петра Щербачева // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 138–144. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.17.
For citation: Filatova N.G. Artistic Features of Watercolor Graphics by Architect Pyotr Shcherbachev. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 138–144. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.17.

**НАУЧНО-ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР
«АРХИГРАД»**

Направления
деятельности



Градостроительство, градостроительная реконструкция, территориальное планирование, архитектурное и ландшафтное проектирование, реконструкция зданий и сооружений, экспертная деятельность, повышение квалификации руководителей и специалистов организаций

Руководитель



Татьяна Владимировна ВАВИЛОНСКАЯ
доктор архитектуры, профессор

Контакты



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 0102
(846) 242-52-21
baranova1968@mail.ru



Д. Б. ВЕРЕТЕННИКОВ

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТКРЫТЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ И ПРИМЕРЫ ХРАНЕНИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОРОДА

CHARACTERISTICS OF OPEN PUBLIC SPACES AND EXAMPLES OF CAR STORAGE
IN THE CONDITIONS OF THE HISTORICAL CENTER OF THE CITY

Рассматриваются теоретические подходы в исследовании открытых общественных пространств зарубежных и отечественных авторов. Основное внимание уделяется общественным пространствам в структуре транспортно-коммуникационного каркаса города. Подчеркивается важность таких пространств для организации пешеходного движения. Сформулировано определение и градостроительные особенности открытых общественных пространств. Рассматриваются факторы, обуславливающие необходимость совершенствования способов хранения легкового транспорта в исторических частях городов в непосредственной близости от пешеходных зон. Приводятся примеры наиболее интересных с архитектурной и технической точки зрения проектов городских подземных паркингов последних лет.

Ключевые слова: открытые общественные пространства, городская среда, пешеходные системы, коммуникационные связи, общественные территории, историческая среда, подземная урбанистика, подземное строительство, автомобильные стоянки, подземные паркинги

Открытые общественные пространства, являясь частью коммуникационно-транспортного каркаса, участвуют в формировании внешнего облика города. Будучи центрами социальной, общественной и деловой жизни, обеспечивают перемещение и коммуникационное взаимодействие между людьми. Древнегреческий философ Демокрит рассматривал мир как непрерывное движение атомов в пустоте: взаимодействуя друг с другом, они образуют но-

The article considers theoretical approaches to the study of open public spaces by foreign and domestic authors. The main focus is on public spaces in the structure of the city's transport and communication framework. The importance of such spaces for the organization of pedestrian traffic is emphasized. The definition and urban planning features of open public spaces are formulated. The factors that determine the need to improve methods of storing light vehicles in historical parts of cities in the immediate vicinity of pedestrian zones are considered. The examples of the most interesting from an architectural and technical point of view of projects of urban underground parking in recent years are given.

Keywords: open public spaces, urban environment, pedestrian systems, communication links, public areas, historical environment, underground urban studies, underground construction, car parks, underground parking lots

вые формы. Для возможности существования тел и их взаимодействия, проявляющегося в любых действиях, необходимо пространство, в котором они будут происходить. В мировой градостроительной теории вопросами исследования и организации открытых общественных пространств активно занимаются многие теоретики и практики примерно с 1961 г. Выявляя и анализируя принципы эффективного преобразования городских пространств, Х. Арндт,

Ю. Хабермас, Р. Сеннет, В. Глазычев и др. рассматривали открытые общественные пространства как неотъемлемую составляющую современного города.

Одно из первых определений термина «общественное пространство» можно встретить в трудах американского философа Ханны Арендт, положившей начало концепции «публичного» пространства. В 1958 г. она обозначала пространство как частное и публичное, где частное представляет собой быт и домашнее хозяйство, а общественное – связано с публичной деятельностью человека. Наглядным примером общественного пространства для Х. Арендт являлась древнегреческая агора, центр деловой и общественной деятельности, где проходили общенародные собрания [1]. Агоры IV–I вв. до н. э. были центрами свободной политической активности, что послужило отправной точкой в формировании общественных территорий, предназначенных для взаимодействия людей между собой. Арендт выделяет две главные характеристики, определяющие общественные территории:

1) Пространства образуются от коммуникации людей, социальных связей, находясь при этом в равных условиях на территории, где происходит их взаимодействие друг с другом.

2) Открытость и свобода выражения действий способствует проявлению человеческой множественности, которая проявляется за счёт большого разнообразия мнений. Множественность может как объединять людей в их взглядах и действиях, так и разъединять, при этом связывая их одним общим делом [1].

Исследования Юргена Хабермаса [2] во многом схожи с точкой зрения определения общественных пространств Ханны Арендт. Для обоих подходов основополагающие характеристики – открытость и социализация, побуждающая людей к взаимодействию. Хабермас трактовал публичное пространство как место сосредоточения людей, обсуждающих текущие события. Хабермас в качестве общественных пространств не ограничивался городскими площадями и центрами, как делала Арендт. Он рассматривал все пространства, где есть коммуникационное взаимодействие людей, потому что публичные пространства могут быть рассеяны и располагаться в любых местах. Одними из примеров, которые он приводил, были кафе, чайные салоны, периодика и медиа. Информация играла основополагающую роль в его концепции публичного пространства, так как она носит сетевой характер, где передаётся и воспроизводится в процессе коммуникационного воздействия. Профессор социолог Ричард Сеннет, так же как Х. Арендт и Ю. Хабермас,

связывал публичное место с социальным фактором и взаимодействием незнакомых людей в определённом пространстве. Общественное место не имеет привязанности к центральным узлам города, главной и определяющей характеристикой для Сеннета было действие. То, что происходит в пространстве и месте, делает возможным проведение определённых активностей, которые не осуществить в рамках приватной сферы [3]. Проанализировав перечисленные концепции философов-теоретиков, в определении общественного места можно выделить основные критерии таких пространств:

– пространства формируются не физическими предметами, а коммуникативным взаимодействием между людьми;

– виртуальные пространства часто не привязаны к определённому месту в городской среде;

– такого рода пространства способны проявляться повсюду при определённом общественном контроле и свободе доступа;

– общественные пространства, как философская категория, выражают стремление людей к выполнению определённых общественных целей.

В 1961 г. канадско-американская писательница и активистка Джейн Джекобс опубликовала свою книгу «Жизнь и смерть больших американских городов». Ее виденье и представление того, какой должна быть общественная жизнь, как она должна взаимодействовать с элементами городской среды, произвела широкий резонанс в профессиональных средах. Джекобс критиковала устройство градостроительной системы, где вместо того чтобы поддерживать, улучшать и сохранять, люди разрушали достоинства городской среды. Джейн характеризовала улицы, парки, территории, примыкающие к зданиям и не только, как тесно взаимодействующие друг с другом открытые общественные пространства. Но – как коммуникационные связи, которые обеспечивают доступ к другим элементам городской структуры. Город создают люди и исходя из их интересов должно складываться городское планирование. Определяющую роль в организации общественных пространств Джекобс отводила социальному и физическому факторам, которые отражают главные, по ее мнению, характеристики таких мест: комфортность, безопасность, доступность, добрососедство [4]. Ее взгляды разделял американский антрополог Уильям Уайт, который в 1970-х гг. вёл исследование открытых пространств города. Как и Д. Джекобс, Уайт проводил параллель между исторической средой и достоинством города, оживлённостью территории и ее безопасностью [5].

Социолог Рей Ольденбург в 1980-х гг., изучая важность неформальных городских пространств, вводит понятие «третье место», когда, помимо дома и работы, в жизни человека существует пространство, предназначенное для коммуникаций между людьми. Функции и характеристики такого места схожи с открытыми общественными пространствами: расположение на нейтральной территории, доступность, оживлённая атмосфера, уравнивающая обстановка, основная форма активности – диалог [6].

Лин Лофланд рассматривала общественные пространства с аналогичными качествами, как и Р. Ольденбург. В ее теории пространство места подразделялось на частную, приходскую и публичную сферы. Для любых городских пространств свойствен свой особенный тип социального взаимодействия: личный, публичный, промежуточный. Основные характеристики общественных пространств в концепции Лофланд: комфорт, имидж, возможность публичного одиночества и наблюдения, функциональное разнообразие использования пространства [7].

Французский социолог Анри Лефевр в рамках научной концепции рассматривает пространство как аспект вторичной природы (ментальное), результатом которой является воздействие обществом на первичную природу (физическое). В понятии пространства Лефевр объединил социальный, ментальный, культурный и исторический факторы [8]. В его теории триединства социальное (общественное) пространство состоит из трёх формирующих аспектов: пространственной практики – взаимодействия архитектора и среды; репрезентации пространства – взаимодействия и опыта использования пространства людьми; пространства презентации – объединения архитектурного планирования и опыта использования пространства. Пространственная среда в понимании Лефевра – это продукт взаимодействия между производственными (деловыми коммуникациями) и воспроизводственными отношениями (социальными коммуникациями).

Основываясь на этом, Анри Лефевр отмечает нестабильность во взаимодействии людей и пространства, указывая на то, что их возможно и необходимо изменять с учётом возникновения новых потребностей общества. Динамичность проявляется в повседневных процессах воспроизводства социальных отношений, протекающих своим ходом, которые формируют пространство «в себе». Производство и воспроизводство таких отношений напрямую зависит от представления людей, что отражается на использовании пространства. Изменчивость

представляет собой нестабильность связи между осознанием и восприятием места, что подчёркивает значимость комплексного подхода (материальное, социальное, научное) в анализе пространства. Лефевр определял пространство как сеть взаимодействия между вещами, совершённого в прошлом, в то же время позволяя ему меняться в настоящем.

Российский эксперт по территориальному и городскому развитию Вячеслав Глазычев в своих трудах подразделял общественные пространства на парадные пространства (выставочные) и пространства движения (деловые коммуникации) [9]. Развитие городской среды, по его мнению, зависит от интенсивности связей пространств пребывания и их эффективности взаимодействия с пространствами движения. Один из главных факторов, обуславливающих существование общественных пространств, В. Глазычев характеризовал как «значительное наличие людей». Пустующее пространство априори не имеет центра притяжения, что также указывает на отсутствие городского сообщества, главной задачей которого является – поддерживать культурный потенциал территории и создавать условия для последующего развития. Городская среда выступает как совокупность обжитых территорий города и коммуникационного взаимодействия людей между собой. Культура играет важную роль в теории В. Глазычева, так как отражает ценность отношения городского сообщества к жизни и месту. Общественное пространство – свободная от жилой и производственной застройки система коммуникационных связей, которая формирует центральное ядро города. Одновременно являясь носителем и наследником культуры, передавая характер среды прошлого в настоящее. Факторы, формирующие общественные пространства по Глазычеву: социальный, культурный, исторический.

А.В. Иконников в трудах по осмыслению роли общественных пространств и их использованию выделял исторический след как образ, определяющий пространство места [10]. Единство статичного и подвижного неотъемлемо связано с прошлым, открывающим путь к будущему, делая среду отражением развития и опорой преемственности. Общественное пространство, гармонично сформированное из материальных элементов среды, обеспечивает условия для организации и жизнедеятельности человека, являясь частью художественной и эстетической ценности архитектуры. Общественные пространства, по мнению Иконникова, должны обладать динамичностью, открытостью и изменчивостью в условиях меняющихся потребностей общества.

Датский архитектор Ян Гейл в своих исследованиях отмечает важность ориентирования городской среды для пешеходного движения. В условиях создания пешеходных пространств и повышения качества городской среды формируются новые возможности использования общественных пространств [11]. Я. Гейл, как и Д. Джейкобс, проводит параллель между безопасностью городских территорий и активностью пребывания людей в общественных пространствах. Общественное пространство характеризуется длительностью пребывания в нем, так как люди подсознательно стремятся туда, где что-то происходит и есть условия для их взаимодействия. Ключевые принципы формирования качественных общественных пространств, сформулированные Я. Гейлом: территориальная доступность, многофункциональность, безопасность, открытость, создание условий длительного пребывания, визуальное качество среды (городской ландшафт) [11].

Основываясь на изучении теоретических подходов и исследований, приведённых выше (рис. 1), городские открытые общественные пространства можно определить как территории социального взаимодействия между людьми, формирующие коммуникационные связи в условиях городской среды. Открытые пространства города формируются обособленными зданиями, сооружениями, природным ландшафтом и сложившимся историко-культурным наследием городской среды. Свободные от жилой и производственной застройки системы коммуникационных связей формируют центральное ядро города, одновременно яв-

ляясь носителем и наследником культуры, передавая характер среды прошлого в настоящее.

Проблема организации хранения личного автотранспорта на сегодняшний день является одной из наиболее актуальных проблем формирования качественной городской среды, и прежде всего это касается исторических центров крупных и крупнейших городов. В крупных городах жители испытывают трудности с поиском парковочных мест [12,13]. С начала XXI в. общее количество легковых автомобилей в России, по данным ГИБДД и Росстата, увеличилось более чем в два раза. Так, например, в 2003 г. было зарегистрировано 23,3 млн. легковых автомобилей. На начало 2018 г. количество зарегистрированных легковых автомобилей достигло 46,8 млн, при этом почти 96 % принадлежит физическим лицам. Ежегодный прирост автопарка на 1–1,5 млн. легковых машин обеспечивается по большей части продажами новых автомобилей [14]. Общее количество личного автотранспорта продолжает стремительно расти, и пока рано говорить о наличии какой-либо устойчивой тенденции к снижению автомобилизации населения страны.

Проще всего оценить порядок величины нехватки парковочных мест в российских мегаполисах на примере Москвы. На сегодняшний день Москва – город с наиболее развитой муниципальной парковочной системой, что позволяет использовать в оценке официальные данные профильных департаментов, служб и муниципальных предприятий. Так, по состоянию на ноябрь 2019 г. на территории Москвы было организовано 81,8 тыс. платных парко-

| ХАННА АРЕНДТ | ЮРГЕН ХАБЕРМАС | РИЧАРД СЕННЕТ | ДЖЕЙН ДЖЕКОБС | УИЛЬЯМ УАЙТ | РЕЙ ОЛЬДЕНБУРГ | ЛИН ЛОФЛАНД | АНРИ ЛЕФЕВР | ВЯЧЕСЛАВ ГЛАЗЫЧЕВ | АЛЕКСАНДР ИКОННИКОВ | ЯН ГЕЙЛ |
|---------------------------------------|----------------------|--|---------------------------------------|----------------------------|--|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| КОММУНИКАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛЮДЕЙ | ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН | КОММУНИКАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛЮДЕЙ | КОММУНИКАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛЮДЕЙ | ОЖИВЛЕННАЯ АТМОСФЕРА | ОЖИВЛЕННАЯ АТМОСФЕРА | ВОЗМОЖНОСТЬ ПУБЛИЧНОГО ОДИНОЧЕСТВА | ИЗМЕНЧИВОСТЬ | КОММУНИКАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛЮДЕЙ | ИЗМЕНЧИВОСТЬ | ОЖИВЛЕННАЯ АТМОСФЕРА |
| | | | | | | | | | | |
| ОТКРЫТОСТЬ | ОТКРЫТОСТЬ | ОБЩЕСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ | КОМФОРТ | ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ НАЛИЧИЕ ЛЮДЕЙ | УРАВНИВАЮЩАЯ ОБСТАНОВКА | КОМФОРТ | ДИНАМИЧНОСТЬ | ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ НАЛИЧИЕ ЛЮДЕЙ | ДИНАМИЧНОСТЬ | ОТКРЫТОСТЬ |
| | | | | | | | | | | |
| ОБЩЕСТВЕННЫЕ СВЯЗИ | СОЦИАЛИЗАЦИЯ | НЕ ПРИВЯЗАНЫ К ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ | ДОСТУПНОСТЬ | ИСТОРИЧЕСКАЯ СРЕДА | ДОСТУПНОСТЬ | ИМИДЖ | ИСТОРИЧЕСКАЯ СРЕДА | ИСТОРИЧЕСКАЯ СРЕДА | ИСТОРИЧЕСКАЯ СРЕДА | ДОСТУПНОСТЬ |
| | | | | | | | | | | |
| СВОБОДА | | | БЕЗОПАСНОСТЬ | БЕЗОПАСНОСТЬ | ФОРМА АКТИВНОСТИ ДИАЛОГ | ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ | ДЕЛОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ | КУЛЬТУРА | ОТКРЫТОСТЬ | БЕЗОПАСНОСТЬ |
| | | | | | | | | | | |
| | | ДОБРОСОСЕДСТВО | | | НЕ ПРИВЯЗАНЫ К ОПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ | | | | ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ | ВИЗУАЛЬНОЕ КАЧЕСТВО СРЕДЫ |
| | | | | | | | | | | ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ |

Рис. 1. Характеристики открытых общественных пространств

вочных мест [14,15], покрывающих около 37 % всего доступного парковочного пространства в городе [14]. Большинство парковочных мест – наземные, использующие открытые свободные пространства. Таким образом, более чем на 3,5 млн. легковых автомобилей в Москве приходится всего порядка 221 тыс. наземных парковочных мест, т. е. всего лишь одно машино-место на 16 водителей [15].

В других крупных и крупнейших российских городах, имеющих сложившиеся исторические центры, данное соотношение имеет меньшее значение, тем не менее проблему нехватки парковочных мест отрицать невозможно. Очевидно, что наибольшие трудности с парковкой автомобилей возникают в исторических частях городов: большое количество ценной застройки, а также узкие проезжие части, изначально не предназначенные для современных транспортных потоков, являются основными факторами, препятствующими организации достаточного количества наземных стоянок или многоэтажных паркингов. Неорганизованные «стихийные» парковки вдоль тротуаров дополнительно снижают пропускную способность улиц.

Наиболее перспективным способом хранения личного автотранспорта в условиях исторического центра представляются подземные паркинги. Их строительство позволяет одновременно решить многие из перечисленных проблем. Подземные паркинги не занимают ценные земельные участки и не оказывают негативного влияния на пропускную способность улиц в исторических центрах городов. Помимо этого, многоуровневые подземные паркинги и паркинги с автоматизированными парковочными системами имеют гораздо большую удельную вместимость на единицу площади (объема) сооружения. Подземные паркинги, в основном размещаемые под площадями, скверами, парками и другими открытыми общественными пространствами, сегодня распространены во многих городах мира [12,13]. Технологии их проектирования и строительства достаточно отработаны и апробированы в разных климатических и геологических условиях.

Несмотря на высокую стоимость строительства, подземные паркинги на сегодняшний день подчас оказываются единственным возможным вариантом создания новых парковочных пространств в исторической части города. Следует также учитывать постоянно ужесточающиеся нормы проектирования в отношении сохранности объектов культурного наследия на территории всей страны в целом и российских мегаполисов в частности [15–19].

Законодательные ограничения дополнительно стимулируют строительство подземных

паркингов в исторических частях городов. Принимая во внимание сравнительно небогатый, по отношению к мировому, опыт проектирования подобных сооружений на территории России, целесообразно рассмотреть несколько интересных реализованных проектов подземных паркингов последних лет в Нидерландах. Все приведенные ниже примеры не нарушают сложившуюся на поверхности городскую историческую среду, хотя и расположены под общественными пространствами и даже под каналами. Этим они особенно интересны в контексте данной статьи.

Проект Zuiderpark – Stadswalzone (Хертогенбос, Нидерланды, 2015 г.) [20] предусматривал строительство подземной автостоянки под достаточно сложным участком города большой исторической значимости (рис. 2). Жители и гости города Хертогенбос попадают в гараж Св. Иоанна по спиральной рампе в бастионе «Baselaar» (рис. 3). После парковки автомобиля в просторном и комфортабельном паркинге они проходят к главной лестнице через коридор, в котором представлены различные произведения искусства.

Трехуровневый паркинг находится под восстановленным крепостным рвом-каналом (рис. 4). Парковка является не только функциональной зоной для временного хранения автомобилей, но и значимым архитектурным объектом, дополняющим образ исторического центра города.

Основным требованием к проекту было обеспечение комфорта и безопасности для водителей и пешеходов, а также максимальное сохранение исторической среды на поверхности. При разработке внешнего вида и конструкций паркинга архитекторы использовали натуральные материалы естественных текстур и расцветок. Такой подход позволил гармонично вписать современный объект в сложившуюся окружающую застройку.

В качестве другого интересного примера можно рассмотреть Lammermarkt Parking Garage (Лейден, Нидерланды, 2017 г.) [21]. Большая вместимость и хорошая доступность являются основными требованиями для городского паркинга. Учитывая, что исторический центр Лейдена имеет ограниченное движение, новые подземные паркинги обеспечивают легкодоступные парковочные места, что дополнительно разгружает движение в историческом центре. Под площадью Lammermarkt было запроектировано 525 парковочных мест в паркинге глубиной свыше 22 м (рис. 5).

Паркинг представляет собой цилиндрическую структуру, в которой парковочные места радиально расходятся от спиральной рампы,



Рис. 2. Генеральный план территории Zuiderpark-Stadswalzone



Рис. 3. Въезд в подземный паркинг в бастионе «Baselaag»

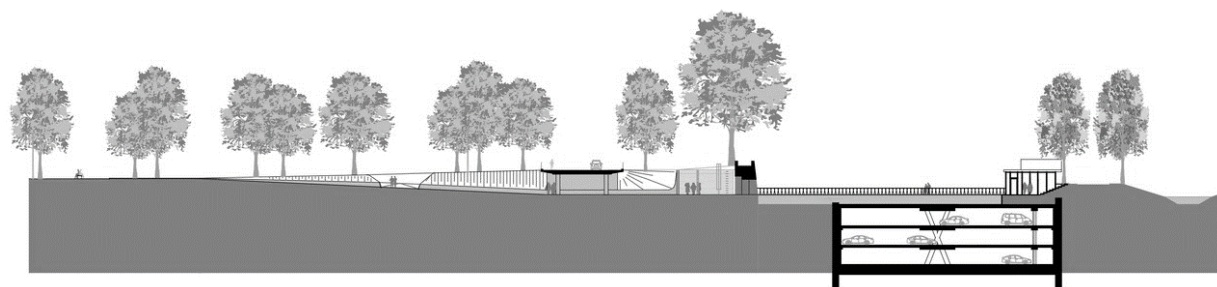


Рис. 4. Поперечный разрез

проходящей через все сооружение. Цилиндрическая форма одновременно облегчает движение внутри паркинга, а также повышает удельную вместимость паркинга в сравнении с паркингом ортогональной схемы за счет экономии площади на второстепенных проездах.

Паркинг отличается функциональностью и комфортом за счет рациональной схемы движения, широких парковочных мест, удобного расположения лестниц и лифтов. Благодаря односторонней организации движения достигается максимальная безопасность для автомобилистов (рис. 6, 7).

В рассматриваемом проекте были использованы различные безопасные для окружающей среды методы строительства, такие как прессование шпунтовых свай, буровые анкеры и установка бетонных мембранных стен с минимальной вибрацией. Эти стены-диафраг-

мы толщиной 1,2 м уходят на глубину около 30 м. При диаметре 60 м было извлечено более 60 тыс. м³ грунта.

На протяжении пяти километров был проложен напорный трубопровод через систему каналов в Лейдене. Через этот трубопровод изъятый грунт транспортировался в наземный склад за городом, где в дальнейшем использовался повторно. Это позволило сэкономить около 2 500 поездок на грузовиках через центр Лейдена.

Стоит рассмотреть еще один необычный проект, реализованный в Нидерландах в Амстердаме (Albert Cuyp Parking Garage Amsterdam, 2019 г.) [22]. Решение о строительстве данного паркинга было принято городским советом Амстердама в 2017 г. 600 парковочных мест были перенесены с улицы Альберта Кейпа под разделяющий ее канал (рис. 8).

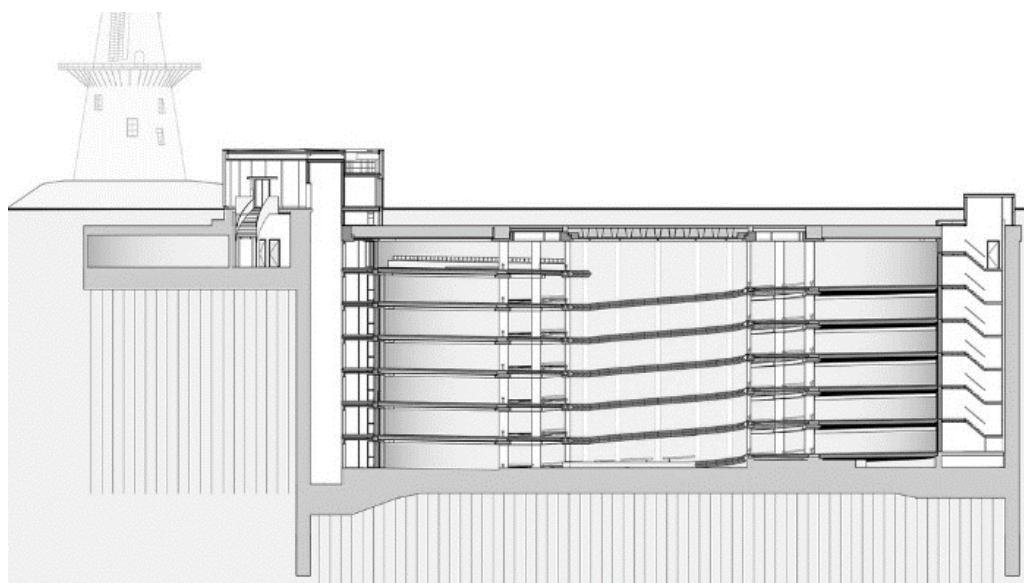


Рис. 5. Разрез Lammermarkt Parking Garage

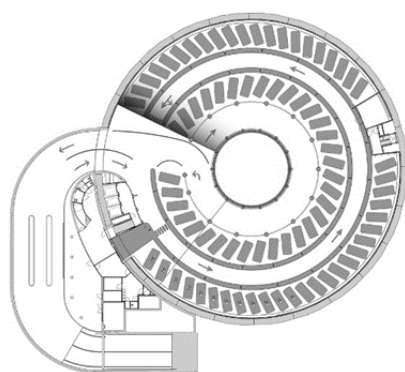


Рис. 6. План и центральная рампа подземного паркинга Lammermarkt Parking Garage



Рис. 7. Вход в подземный паркинг Lammermarkt Parking Garage



Рис. 8. Поперечное сечение по каналу и ул. Альберта Кейпа

Автомобильное движение в окрестностях улицы Альберта Кейпа до строительства подземно-подводного паркинга испытывало определенные сложности из-за интенсивного городского трафика и хаотичных парковок вдоль проезжей части, в условиях плотной застройки исторического центра Амстердама и планиро-

вочных ограничений, обусловленных каналом. Водители долго курсировали по окрестным улицам в поисках свободных парковочных мест. Это вызывало раздражение у жителей района, однако положение дел кардинально изменилось в лучшую сторону после завершения строительства Albert Cuyp Parking Garage (рис. 9).

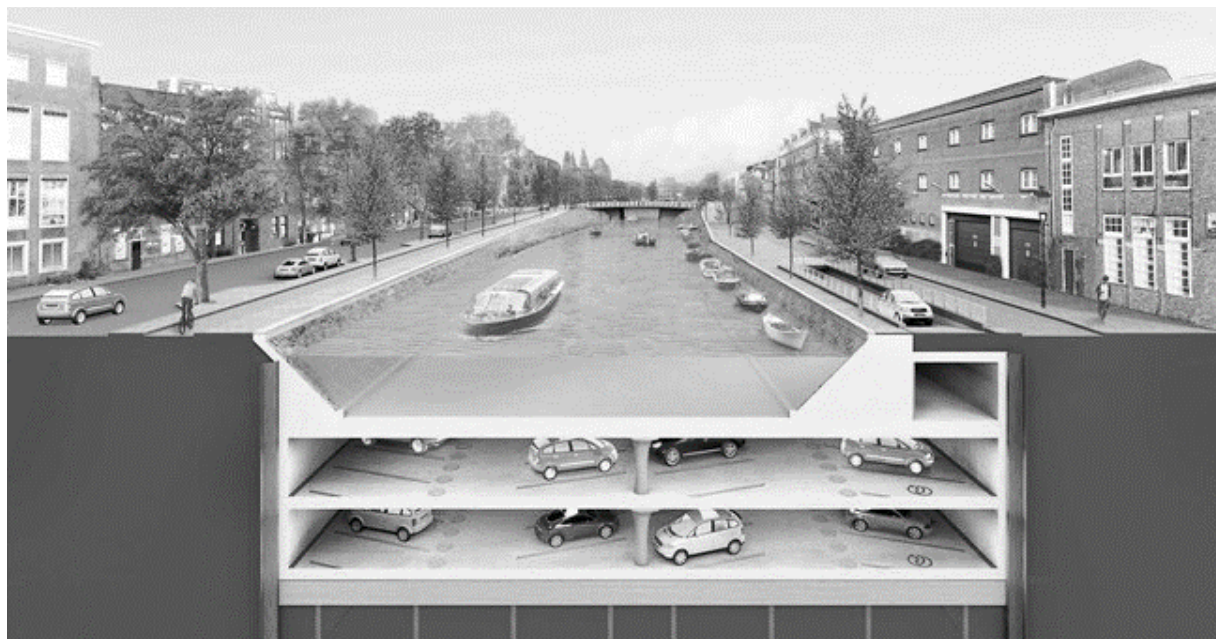


Рис. 9. Сравнение улицы «после» и «до» строительства Albert Cuyp Parking Garage

Вывод. Несмотря на то, что подземные паркинги и гаражи – самые дорогие из всех видов стоянок, их строится все больше. Причина заключается в том, что на тех территориях, где потребности в стоянках наиболее высоки (обычно в исторических центрах городов), как правило, нет площадей или свободных земельных участков, пригодных для организации открытых стоянок и которые также можно использовать для строительства многоэтажных надземных гаражей-паркингов. В условиях сложившихся исторических центров мегаполисов и крупных исторических городов потенциальным резервом для строительства данных сооружений становятся подземные резервы, находящиеся под открытыми общественными пространствами, уже имеющимися в исторических центрах крупных городов и мегаполисах. Дороговизна и инженерная сложность строительства подземных сооружений для хранения легковых автомобилей нивелируются возможностью реновации ценной исторической городской среды и созданием комфортных условий для жизни и отдыха в исторических центрах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Арендт Х. VitaActiva, или О деятельной жизни / Ад Маргинем Пресс, 1958. 440 с.*
2. *Habermas J. The Structural Transformation of the Public Sphere. CambridgeMassachusetts: The MIT Press, 1991. 301 p.*
3. *Ричард Сеннет. Падение публичного человека. М.: Логос, 2002. 424 с.*
4. *Джейн Джекобс. Смерть и жизнь больших американских городов. М.: Новое издательство, 2011. 460 с.*
5. *William H. Whyte, City: Rediscovering The Center, Doubleday, 1989.*
6. *Рей Ольденбург. Третье место. Кафе, кофейни, книжные магазины, бары, салоны красоты и другие места «тусовок» как фундамент сообщества. М.: Новое литературное обозрение, 2014.*
7. *Lofland L. A World of Strangers. Order and Action in Urban Public Space. BasicBooks, Inc., Publishers. NewYork. 1973. 223 p.*
8. *Лефевр А. Производство пространства / пер. с фр. И. Стаф. М.: Strelka Press, 2015. 432 с.*
9. *Глазьев В. Городская Среда. М.: Ладыя, 1995.*

10. Иконников А.В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве. М., 2006.
11. Гейл Я. Города Для Людей / Альпина Паблишер, 2012.
12. Веретенников Д.Б. Подземная урбанистика. Самара: СГАСУ, 2013. 216 с.
13. Шукшина Ю.В. Строительство парковок позволит разгрузить исторические центры российских городов // Строительство: новые технологии – новое оборудование. 2014. № 5. С. 52–54.
14. Власти Москвы впервые назвали долю платных парковок от территории города – более 30 % // tass.ru URL: <https://tass.ru/obschestvo/4390645> (дата обращения: 22.11.2020).
15. На чем ездят россияне // kommersant.ru URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3752955> (дата обращения: 22.11.2020).
16. Платным парковкам Москвы – 7 лет // parking.mos.ru URL: <https://parking.mos.ru/news/1843/> (дата обращения: 22.11.2020).
17. Приказ об историческом поселении федерального значения «Город Санкт-Петербург» предполагается утвердить до конца года // gov.spb.ru URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_govcontrol/news/194588/ (дата обращения: 22.11.2020).
18. Утверждены границы исторического поселения города Казани // kzn.ru URL: https://kzn.ru/meriya/press-kazsentr/novosti/58491_utverzhdeny_granitsy_istoricheskogo_poseleniya_goroda_kazani/ (дата обращения: 22.11.2020).
19. Центру Самары присвоен статус исторического поселения // samregion.ru URL: https://www.samregion.ru/press_center/events/czentru-samary-prisvoen-status-istoricheskogo-poseleniya/ (дата обращения: 22.11.2020).
20. URL: <http://studioleonthier.nl/projecten/zuiderpark-stadswalzone-en-parkeergarage-st.-jan> (дата обращения: 22.11.2020).
21. URL: <https://www.jhk.nl/NL/13883-lammermarkt.html> (дата обращения: 22.11.2020).
22. URL: https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/amsterdam-ha-encontrado-solucion-para-su-problema-coches-meterlos-agua/amp?__twitter_impression=true (дата обращения 22.11.2020).
6. Rej Oldenburg R. *Tret'e mesto. Kafe, kofejni, knizhnye magaziny, bary, salony krasoty i drugie mesta «tusovok» kak fundament soobshhestva* [Third place. Cafes, coffee shops, bookstores, bars, beauty salons and other hangout places as the foundation of the community]. М.: Novoe literaturnoe obozrenie, 2014.
7. Lofland, L. *A World of Strangers. Order and Action in Urban Public Space*. New York: Basic Books, Inc., Publishers, 1973. 223 p.
8. Lefevr A. *Proizvodstvo prostranstva* [Production of space]. М.: Strelka Press, 2015. 432 p. ISBN 978-5-906264-41-1.
9. Glazychev V. *Gorodskaja Sreda* [Urban Environment]. М.: Izdatel'stvo Lad'ja, 1995.
10. Ikonnikov A.V. *Prostranstvo i forma v arhitekture i gradostroitel'stve* [Space and form in architecture and urban planning]. М.: 2006.
11. Gejl J. *Goroda Dlja Ljudej* [Cities for people]. М.: Al'pina Publisher, 2012.
12. Veretennikov D.B. *Podzemnaja urbanistika: uchebnoe posobie* [Underground urbanism]. Samara: SGASU, 2013. 216 p.
13. Shukshina Ju.V. Construction of parking lots will relieve the historical centers of Russian cities. *Stroitel'stvo: novye tehnologii – novoe oborudovanie* [Construction: new technologies – new equipment], 2014, no. 5, pp. 52-54. (in Russian)
14. *Vlasti Moskvy v pervoye nazvali dolju platnykh parkovok ot territorii goroda – bolee 30 %* [For the first time, the Moscow authorities have named the share of paid parking in the city – more than 30 %]. Available at: <https://tass.ru/obschestvo/4390645>
15. *Na chem ezdyat rossijane* [What do Russians ride]. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3752955>.
16. *Platnym parkovkam Moskvy – 7 let* [Paid parking lots in Moscow – 7 years]. Available at: <https://parking.mos.ru/news/1843>.
17. *Prikaz ob istoricheskom poselenii federal'nogo znachenija «Gorod Sankt-Peterburg» predpolagaetsja utverdit' do konca goda* [The order on the historical settlement of federal significance “City of St. Petersburg” is expected to be approved by the end of the year]. Available at: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_govcontrol/news/194588/
18. *Utverzhdeny granicy istoricheskogo poseleniya goroda Kazani* [The boundaries of the historical settlement of the city of Kazan were approved]. Available at: https://kzn.ru/meriya/press-kazsentr/novosti/58491_utverzhdeny_granitsy_istoricheskogo_poseleniya_goroda_kazani/
19. *Centru Samary prisvoen status istoricheskogo poseleniya* [the center of Samara has been assigned the status of a historical settlement]. Available at: https://www.samregion.ru/press_center/events/czentru-samary-prisvoen-status-istoricheskogo-poseleniya/
20. <http://studioleonthier.nl/projecten/zuiderpark-stadswalzone-en-parkeergarage-st.-jan>
21. <https://www.jhk.nl/NL/13883-lammermarkt.html>
22. https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/amsterdam-ha-encontrado-solucion-para-su-problema-coches-meterlos-agua/amp?__twitter_impression=true

REFERENCES

1. Arendt H. *Vita Activa, ili O dejatel'noj zhizni* [Vita Activa, or About an active life]. М.: Ad Marginem Press, 1958. 440 p.
2. Habermas J. *The Structural Transformation of the Public Sphere*. Cambridge Massachusetts: The MIT Press, 1991. 301 p.
3. Sennet R. *Padenie publichnogo cheloveka* [The fall of the public man]. М.: Logos, 2002. 424 p. ISBN 5-8163-0038-5
4. Dzhekobs D. *Smert' i zhizn' bol'shih amerikanskikh gorodov* [Death and life of big American cities]. М.: Novoe izdatel'stvo, 2011. 460 p.
5. William H. Whyte. *City: Rediscovering. The Center*, Doubleday, 1989.

Об авторе:

ВЕРЕТЕННИКОВ Дмитрий Борисович
кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры
градостроительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-05
E-mail: dbv3@yandex.ru

VERETENNIKOV Dmitrii B.
PhD in Architecture, Associate Professor
of Urban Planning Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-05
E-mail: dbv3@yandex.ru

Для цитирования: *Веретенников Д.Б.* Характеристика открытых общественных пространств и примеры хранения легкового автотранспорта в условиях исторического центра города // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 145–155. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.18.

For citation: Veretennikov D.B. Characteristics of Open Public Spaces and Examples of Car Storage in the Conditions of the Historical Center of the City. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 145–155. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.18.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

Направления
деятельности



Научно-технический журнал «Градостроительство и архитектура» приглашает Вас опубликовать статью

Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, индексируется в системе РИНЦ, каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: И70570

Руководитель



Александр Кузьмич СРЕЛКОВ
доктор технических наук, главный редактор

Контакты



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194
(846) 242-36-98
vestnikgasu@yandex.ru

А. ЮНИС

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АТАК**URBAN SECURITY OF URBAN OBJECTS AFFECTED AS A RESULT OF TERRORIST ATTACKS**

Разработана методика оптимального городского планирования, обеспечивающая безопасность зданий и сооружений жилых территорий, пострадавших в результате боевых действий в сирийских городах, в рамках процесса восстановления и реконструкции с целью минимизации потерь населения и городского имущества в случае повторения враждебных действий в будущем. Исследование основано на разработанной автором градостроительной методике оценки разрушения жилых территорий и является её продолжением, которое позволяет определить степень разрушения жилых массивов в радиусе очага разрушения от избыточного давления взрывной волны и применяемых взрывчатых веществ. Принципы наиболее безопасного городского планирования были определены путем анализа и сравнения моделей городского планирования и определения оптимального расстояния между зданиями за счёт установления радиуса взрыва и наиболее безопасного расстояния, на котором можно располагать здания.

Ключевые слова: городское планирование, градостроительная безопасность, безопасность зданий и сооружений, факторы формирования городской и природной среды, восстановление городских территорий

Введение

Одной из составляющих национальной безопасности государства является градостроительная безопасность. Безопасность – это не отсутствие опасности, а защита от нее. Цель градостроительной безопасности заключается в защите населения, зданий, сооружений и природных объектов от неблагоприятных природных и техногенных воздействий. Задача градостроительной безопасности заключается в достижении благоприятных условий жизнедеятельности на жилых территориях [1, 2].

Понятие «градостроительная безопасность» определяется как степень защищенности населения и средоформирующих объектов города, иных населенных мест от указанных воздействий. При формировании оценки градостроительной безопасности определяются в большей степени экологические показатели,

This study examines the development of an optimal urban planning methodology that ensures the safety of buildings and structures in residential areas affected by hostilities in Syrian cities as part of the recovery and reconstruction process to minimize the loss of urban property and population in the event of a recurrence of such hostilities in the future. The study is based on the urban planning methodology developed by the author to assess the destruction of residential areas and is considered its continuation, which allows determining the degree of destruction of residential areas in the radius of the source of destruction by the excessive pressure of a blast wave and the explosives used. The principles of safest urban planning were determined by analyzing and comparing urban planning models and determining the optimal distance between buildings by defining the blast radius and the safest distance at which buildings can be located.

Keywords: urban planning, urban planning safety, safety of buildings and structures, factors of formation of the urban and natural environment, restoration of urban areas

не исключая архитектурных, из чего можно сделать вывод о том, что градостроительная безопасность – это совокупность факторов урбанизации и экологии. Таким образом, основными составляющими градостроительной безопасности будут факторы формирования городской и природной среды [3].

Боевые действия XXI века на Ближнем Востоке и в Северной Африке имели характер, отличающийся от боевых действий Второй мировой войны, которые привели к негативным последствиям экономического, технологического и социального характера [4, 5].

Сирия одна из тех стран, которая пострадала в результате боевых действий, поскольку ее города были сильно разрушены. В связи с этим необходимо как можно быстрее перейти к определению стратегии восстановления жилых территорий, несмотря на продолже-

ние военных действий, чтобы сократить время и грамотно распределить ресурсы государства, необходимые для начала процесса восстановления после окончания войны [6].

Народ Сирии понёс значительные потери, а экономике страны нанесён огромный ущерб, который ещё предстоит оценить. Пострадало культурное наследие не только национального, но и мирового уровня. Города понесли огромные потери в жилых и общественных зданиях. Современная война сконцентрировалась в городах и отдельных городских районах. Разрушены целые районы города.

Массовое разрушение жилых территорий в городах Сирии обусловлено характером боевых действий с применением новой тактики ведения военных действий, которая использует особенности городской застройки с высокой плотностью заселения, многоэтажной застройкой по всему периметру квартала, общими подвалами для прокладки коммуникаций и узкими улицами [7, 8]. С одной стороны, такая застройка обеспечивает возможность укрытия, манёвра, рытья подземных ходов, а также организации длительной обороны, с другой – существенно затрудняет использование тяжёлой техники для ведения наступательных действий.

Учитывая изложенное и понимая, что мир вступил в новый век, в котором информационные процессы явились одним из активных условий формирования социальной направленности горожан, перед градостроительной безопасностью встали новые задачи по формированию новых типов застройки кварталов, общественных пространств и транспортных коммуникаций, которые обеспечат безопасность жилых территорий и минимизируют потери населения и городского имущества в случае повторения боевых действий.

Важность данного исследования заключается в анализе разрушенных территорий с целью определения причин, которые привели к огромному количеству разрушений. Также не менее значимо найти оптимальные планировочные и архитектурные решения, которые приведут к новой функционально-планировочной организации жилых территорий города.

Проблема градостроительной безопасности и восстановления территорий городов уже являлась предметом внимания ученых. В России следует выделить работы О. А. Растяпиной, В.Д. Оленькова, А.В. Шадрина, В.А. Колясникова, Г. В. Мазаева.

Не преуменьшая заслуг вышеназванных авторов, данное исследование направлено на получение новых научных результатов для определения оптимального городского планирования, обеспечивающего безопасность зда-

ний и сооружений жилых территорий, пострадавших в ходе боевых действий.

Материалы и методы исследования

Для определения оптимального городского планирования, обеспечивающего безопасность зданий и сооружений жилых территорий, были использованы аналитический, сравнительный и расчётный методы.

Градостроительные системы аналогично пространственным объектам всегда имеют неопределённую форму. Она часто подвергается изменениям, за исключением отдельных случаев. Ей характерно постоянно развиваться, изменяться, получая свежие пространственные элементы. Новые конфигурации могут быть весьма успешными, органично дополняющими изначальные формы, а могут таковыми не быть. Разрабатывая проекты генеральных планов населённых пунктов, которые по своему характеру считаются ограниченными во времени моделями развития, планировщики постоянно сталкиваются с проблемой изменения формы города. Чаще всего они следуют принципам сохранения рациональности, выбирая новые площадки для строительства с наиболее комфортными и малозатратными условиями освоения, но при этом зачастую появляются и композиционные задачи [9, 10].

В случае восстановления населённых пунктов, разрушенных в результате боевых действий, планировщикам открывается возможность исправления градостроительных проблем, сдерживавших развитие города в довоенном прошлом. Вследствие этого одной из сложнейших задач, которые решаются в данный период, является поиск компромисса между решением неотложных и перспективных градостроительных задач.

Прямоугольная форма планировки городской застройки является универсальной и имеет возможность для неограниченного пространственного роста во всех направлениях при отсутствии непреодолимых препятствий для развития. При правильном выборе характеристик планировочных элементов сохраняется возможность развития пространственных форм любой степени сложности. Такие пространственные структуры способны к укрупнению и разделению планировочных элементов. Недостатком планировки прямоугольной формы является ее одинаковость и монотонность, делающая ее отстраненной от природного окружения и скрывающая индивидуальность города [11,12].

Что же касается круглой формы плана населённого пункта, то она не поддается развитию с ростом города и потому считается наиболее

уязвимой. В процессе такого развития зачастую возникает сложная радиально-кольцевая система. При этом центральная зона претерпевает наибольшие изменения планировочной структуры, так как она подвергается наибольшим изменениям за счет утраты элементов исторической планировки, которая вытесняется элементами сложной планировочной структуры. На основании вышесказанного можно сделать вывод, что для сохранения изначально круглой планировочной структуры требуется ограничить дальнейший пространственный рост города. Однако в случае если город размещен на относительно ровной поверхности, без серьезных расщеплений, то сохранение круглой формы плана города при его развитии все-таки возможно [13].

Для определения оптимального расстояния между зданиями необходимо использовать прежде всего аналитический метод для проведения необходимых расчетов и теоретического обоснования. Принятый нами в работе аналитический метод исследования базируется на методологии оценки степени разрушения зданий, представленной в ГОСТ Р 42.2.01-2014 «Гражданская оборона. Оценка состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия поражающих факторов обычных средств поражения. Методы расчета», где определяется степень разрушения в зависимости от вида взрывчатых веществ, их эффективной массы, характера подстилающей поверхности и расстояния до центра взрыва. Параметры разрушения зданий и прилегающей территории определяются в зависимости от приведенного радиуса \bar{R} и избыточного давления воздушной взрывной волны ΔP_{ϕ} [14,15]:

$$\bar{R} = \frac{r}{\sqrt[3]{2 \cdot \eta \cdot Q \cdot k_{эфф}}}, \text{ м/кг}^{1/3}, \quad (1)$$

$$r = \bar{R} \sqrt[3]{2 \cdot \eta \cdot Q \cdot k_{эфф}}, \text{ м/кг}^{1/3}, \quad (2)$$

где Q – масса взрывчатого вещества, кг;
 r – расстояние от центра взрыва взрывчатого вещества, м;

$k_{эфф}$ – коэффициент приведения рассматриваемого вида взрывчатого вещества;

η – коэффициент, учитывающий характер подстилающей поверхности, принимаемый равным: для металла 1, для бетона 0,95, для грунта и дерева 0,6–0,8.

$$\Delta P_{\phi} = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + \bar{R}^3} - 1)}, \text{ кПа, при } \bar{R} \leq 6.2. \quad (3)$$

Классификация степени разрушения зданий согласно ГОСТ Р 42.2.01-2014:

- полное ($\Delta P_{\phi} \geq 50$ кПа);
- сильное ($30 \leq \Delta P_{\phi} < 50$ кПа);
- среднее ($20 \leq \Delta P_{\phi} < 30$ кПа);
- слабое ($10 \leq \Delta P_{\phi} < 20$ кПа).

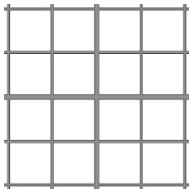
Степень разрушения разных типов конструктивной системы и этажности зданий определяется путем сопоставления со значениями избыточного давления воздушной взрывной волны. Показатели применительно к жилой застройке разных типов в зависимости от степени разрушения жилых зданий от избыточного давления воздушной ударной волны представлены в работе [16].

Методика определения оптимального городского планирования жилых районов, обеспечивающая безопасность зданий и собственности жилых территорий, включает в себя следующие этапы:

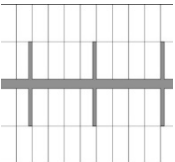
1. Анализ и сравнение известных на сегодняшний день моделей городского планирования с точки зрения безопасности, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Основные модели городского планирования

| Основные модели городского планирования | | | | |
|---|---|--|---|---|
| Название | Форма | Характеристика | Плюсы | Минусы |
| Шахматая |  | – Жилая территория имеет прямоугольную форму, которую пересекают длинные и прямые улицы – Улицы пересекаются под прямым углом – Имеет преимущество в планировке транспортного (пешеходного) движения | – Легкость маневрирования во избежание скопления людей – Ускоряет процесс работы спасательных служб в случае чрезвычайной ситуации | – Эстетическое неудовлетворение однообразностью улиц – В случае возникновения чрезвычайной ситуации возникает проблема с выбором эвакуационного маршрута из жилого района, что влечет за собой проблему поиска поврежденного сектора |

Окончание табл. 1

| Основные модели городского планирования | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Название | Форма | Характеристика | Плюсы | Минусы |
| Строчная |  | <ul style="list-style-type: none"> – Город имеет центральную улицу с различными ответвлениями, на которых так же, как и на главной, расположена жилая застройка – Каждая второстепенная улица заканчивается тупиком и не пересекает другие улицы | <ul style="list-style-type: none"> – Снижает плотность населения в центральной части города – Создает возможность равномерного распределения численности населения между районами города – Легкость передвижения по городу – В случае возникновения чрезвычайной ситуации упрощает выбор эвакуационного маршрута из жилого района | <ul style="list-style-type: none"> – Отсутствует возможность создания равноудаленной центральной части города от городских окраин. Пешая доступность к культурно-развивающим зданиям затруднена для жителей пригорода – Пробки на центральной улице (возникают проблемы в час «пик» или же во время вынужденной эвакуации населения) |
| Центральная радиальная |  | <ul style="list-style-type: none"> – Улицы отходят от центра лучом или осью, образуя звезду – Увеличение городской территории осуществляется посредством радиальных колец, параллельных друг другу и разноудаленных от центра города | <ul style="list-style-type: none"> – Формирование открытых городских пространств между осями, идущими от центра к внешней стороне | <ul style="list-style-type: none"> – Концентрация плотности населения и активности в центральной части города, что приводит к затруднению передвижения в центре города, а также снижает скорость эвакуации в случае опасности |

2. Определение оптимального расстояния между зданиями.

Используя математические формулы (1) – (3), можно рассчитать значение r – расстояние от центра взрыва взрывчатого вещества в зависимости от максимального и минимального значений ΔP_{ϕ} из табл. 2 и 3 для случаев слабого и среднего разрушения, а также значения массы используемых взрывчатых материалов и приведенного радиуса R . А затем вычислить среднее арифметическое значение r .

Результаты исследования

В качестве объекта исследования был выбран город Хомс – один из сирийских городов, наиболее пострадавший в результате военных действий. Ущерб, нанесенный крупным сирийским городам, например Алеппо, удвоился за последние два года, а в Хомсе он увеличился на треть.

Хомс является одним из сирийских городов, географическое положение которого имеет важное экономическое и стратегическое значение. Город Хомс – это также главная ось

между севером и югом страны. Спутниковая карта города приведена на рис. 1.

В городе обследовался район Баба Амр – один из жилых районов, который был разрушен в результате военных действий (рис. 2). Он характеризуется высокой плотностью застройки мало- и многоэтажными жилыми кирпичными и железобетонными зданиями. Ширина улиц составляет от 3 до 9 м.

В результате градостроительного анализа этого района, представляющего собой аналогичный пример городского планирования для остальной части города, был сделан вывод, что нанесенные городу массовые разрушения связаны прежде всего с проблемами градостроительства на этой территории (рис. 3). Также был сделан вывод о том, что массивные разрушения, нанесенные городу, в первую очередь связаны с проблемами городского планирования этого района, а именно: высокая плотность застройки; узкие улицы; небольшие расстояния между зданиями, которых иногда практически нет; отсутствие архитектурных пространств и зеленых насаждений, которые сыграли бы важную роль в уменьшении объема разрушений (рис. 4).



Рис. 1. Спутниковая карта города Хомс



Рис. 4. Район Баба Амр, г. Хомс : фотографии, показывающие городскую планировку этого района и факт разрушения (фото А. Юнис)



Рис. 2. Район Баба Амр, г. Хомс



Рис. 3. Район Баба Амр, г. Хомс : схема функционального зонирования жилого района Баба Амр (рисунок А. Юнис)

Результаты анализа моделей городского планирования с точки зрения безопасности приведены в табл. 2 и 3.

Анализ существующих моделей городского планирования выявил и плюсы, и минусы у каждого типа. Наиболее безопасным можно считать строчной тип городской планировки. Однако ряд минусов, присущих данной модели, говорят о необходимости разработки нового типа городского планирования жилых территорий, который позволит использовать все возможные плюсы иных моделей и исключить несовершенства исходной модели.

Оптимальное расстояние между зданиями рассчитывалось по формулам (1) – (3).

Снаряды, использованные в военных действиях, характеризовались разнообразием и весили от 25 до 200 кг, т. е. масса взрывчатого вещества составляла: $Q = 25, 50, 100, 200$ кг.

Исходя из этих расчетов, получаем значение оптимального расстояния между зданиями, которое гарантирует (в случае повторения боевых действий в будущем) уменьшение размеров разрушений – 30 м. Полученное значение следует использовать в качестве основы в процессе городской перепланировки разрушенных территорий.

В целом в процессе планирования разрушенных территорий следует принимать во внимание следующие принципы для достижения более безопасного городского планирования (рис. 5):

– снижение плотности застройки в жилых районах;

Таблица 2

Расчётный анализ r в случае слабого разрушения

| Степень разрушения | ΔP_{ϕ} , кПа | | Q, кг | R | | η | $K_{эфф}$ | r, м | Среднее значение r, м |
|--------------------|-------------------------|-----|-------|-----|------|--------|-----------|------|-----------------------|
| | min | max | | min | max | | | | |
| Слабая | 10 | 30 | 200 | 8,4 | 4,23 | 1 | 1 | 61 | 33 |
| | | | 200 | | | | | 31 | |
| | | | 100 | | | | | 49 | |
| | | | 100 | | | | | 25 | |
| | | | 50 | | | | | 39 | |
| | | | 50 | | | | | 19,6 | |
| | | | 25 | | | | | 30 | |
| | | | 25 | | | | | 15 | |

Таблица 3

Расчётный анализ r в случае среднего разрушения

| Степень разрушения | ΔP_{ϕ} , кПа | | Q, кг | R | | η | $K_{эфф}$ | r, м | Среднее значение r, м |
|--------------------|-------------------------|-----|-------|------|-----|--------|-----------|-------|-----------------------|
| | min | max | | min | max | | | | |
| Средняя | 30 | 45 | 200 | 4,23 | 3,4 | 1 | 1 | 31 | 27,12 |
| | | | 200 | | | | | 25 | |
| | | | 100 | | | | | 24,7 | |
| | | | 100 | | | | | 19,8 | |
| | | | 50 | | | | | 19,6 | |
| | | | 50 | | | | | 15,7 | |
| | | | 25 | | | | | 15,5 | |
| | | | 25 | | | | | 12,25 | |

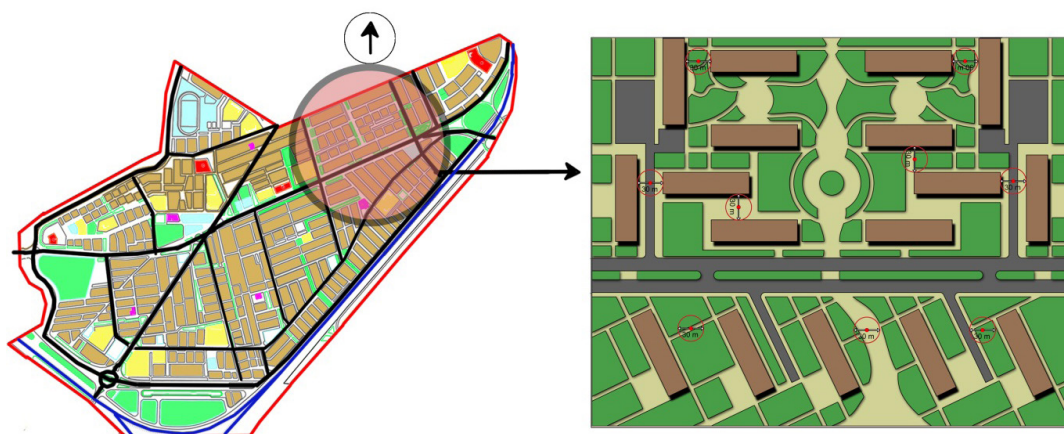


Рис. 5. Предлагаемая планировка жилого района на принципах градостроительной безопасности (рисунок А. Юнис)

- возврат к строчной застройке, предусматривающей малую этажность жилого фонда;
- ограниченное количество квартир;
- строительство высотных зданий в центральной части города при обеспечении к ним хорошо просматриваемых подходов и проездов;
- использование прямых и широких улиц;

- формирование общественных пространств, исключая негативное влияние транспорта;
- организацию общественных бульваров, исключая транспортные проезды;
- благоустройство жилых районов для создания защиты от использования транспорта в террористических целях.

Заключение

Результаты исследования привели к разработке градостроительной методик, роль которой заключается в сведении к минимальным потерям городского имущества и населения в случае террористических атак.

Исследование является важной составляющей в процессе восстановления территорий, разрушенных военными действиями. Его важность заключается в учете особенностей арабских стран, особенно Сирии, поскольку они были свидетелями подобных событий в течение своей новейшей истории.

Важность предложенной методик заключается в аналитическом исследовании разрушенных территорий с целью определения причин, которые привели к такому огромному количеству разрушений, и поиске оптимальных планировочных и архитектурных решений, которые приведут к новой функционально-планировочной организации жилых территорий города в рамках процесса восстановления и реконструкции с целью минимизации потерь населения и городского имущества в случае повторения враждебных действий в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудрявцев А.П., Травуш В.И., Бондаренко В.М. и др. Архитектурно-градостроительная безопасность устойчивого развития // Известия. 2011. С. 56.
2. Оленьков В.Д. Градостроительная безопасность. М.: ЛКИ, 2007. 104 с.
3. Растяпина О. А. Классификация факторов градостроительной безопасности // Вестник МАНЭБ. 2016. № 21. С. 61–65.
4. Слинкин М. Особенности ведения боевых действий Сирийской вооруженной оппозицией // Россия и мусульманский мир. 2016. № 12. С. 61–68.
5. Зербини А. Разработка базы данных о наследии Ближнего Востока и Северной Африки // Журнал полевой археологии. 2018. № 49. С. 9–18.
6. Атлас ущерба сирийским городам // REACH Initiative. 2019.
7. Арфуш Хузам Абдул Хади Система строительства в Хомсе // Арабская Городская Организация. Конференция Наследия. 2001.
8. Халиль Иван Типологические особенности объемно-планировочной структуры малоэтажных жилых зданий и сооружений Сирии // Архитектура и современные информационные технологии. 2018. № 45. С. 214–224.
9. Мазаев Г.В. Форма плана города и законы ее развития // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2014. № 3. С. 9.
10. Шубенков М. В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. М.: Архитектура-С, 2006. 320 с.
11. Линч К. Современная форма в градостроительстве. М.: Стройиздат, 1986. 264 с.
12. Мазаев Г. В. Прогнозирование вероятностного развития градостроительных систем. Екатеринбург: УралГАХУ, 2005. 112 с.
13. Шубенков М.В. Фрактальное градостроительство // Архитектура и геометрия. 2010. С. 60–68.
14. Сосунова И.В. Проблемы защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях в условиях современных вызовов и угроз: справочное пособие. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. 452 с.
15. Риск ЧС (оператор) – нормативные документы // ИнтроГис URL: <http://introgis.ru/upload/iblock>
16. Юнис А., Бакаева Н.В. Градостроительная методика оценки разрушения жилых территорий, пострадавших в результате боевых действий // Градостроительство и архитектура. 2020. № 4. С. 165–173. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.20.

REFERENCES

1. Kudryavtsev A.P., Travush V.I., Bondarenko V.M. and others. Architectural and urban planning safety of sustainable development. *Izvestia [News]*, 2011, p. 56 (in Russian).
2. Olen'kov V. D., *Gradostroitel'naia bezopasnost'* [Urban planning safety]. M.: LKI, 2007.104 p.
3. Rastiapina O. A., Classification of factors of urban planning security. *Vestnik MANEB. Mezhdunarodnaya akademiya ekologii i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti* ISSN [International Academy of Ecology and Life Safety], 2016, vol. 21, no. 1, pp. 61-65. (in Russian).
4. Slinkin M. Features of the conduct of hostilities by the Syrian armed opposition. *Rossija i musul'manskij mir. Konfrontacija mezhdru Zapadom i Rossiej: S kem vy, strany Azii i Afriki?*[Russia and the Muslim world. Confrontation between the West and Russia: Who are you with, the countries of Asia and Africa ?]. Moscow, 2016, pp. 28-34.(in Russian).
5. Zerbini A. Developing a Heritage Database for the Middle East and North Africa. *Polevaya arkhologiya [Field Archaeology]*, 2018, vol. 49, pp. 9-18. (in Russian).
6. *Atlas ushcherba sirijskim gorodam* [Syrian Cities Damage Atlas]. REACH Initiative, 2019.
7. Arfush, Khuzam, Abdul Hadi. Homs Building System. *Arabskaja Gorodskaja Organizacija. Konferencija Nasledija* [Arab City Organization. Heritage Conference]. Homs, 2001. (in Arabic).
8. Halil' I. Typological features of the space-planning structure of low-rise residential buildings and structures in Syria. *Arhitektura i sovremennye informacionnye tehnologii* [Architecture and modern information technologies], 2018, no. 45, pp. 214-224. (in Russian).
9. Mazaev G.V. The form of the city plan and the laws of its development. *Akademicheskij vestnik Ural-NIIproyekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN], 2014, no. 3, pp. 9. (in Russian).

10. Shubenkov M.V. *Strukturnyye zakonomernosti arkhitekturnogo formoobrazovaniya* [Structural patterns of architectural shaping]. Moscow, 2006.

11. Lynch K. *Sovremennaya forma v gradostroitel'stve* [Modern form in urban planning]. M., 1986. 264 p.

12. Mazaev G.V. *Prognozirovaniye veroyatnostnogo razvitiya gradostroitel'nykh sistem* [Forecasting the probabilistic development of urban planning systems]. Yekaterinburg, UralGAKHU, 2005.

13. Shubenkov M.V. *Fractal urban planning. Arkhitekturnoye formoobrazovaniye i geometriya* [Architectural shaping and geometry]. Moscow, 2010. (in Russian).

14. Sosunova I.V. *Problemy zashchity naseleniya i territorij v chrezvychajnykh situatsiyah v usloviyah sovremennykh vyzovov i ugroz: spravochnoe posobie* [Problems of protecting the population and territories in emergency situations in the context of modern challenges and threats]. Moscow: FGBU VNII GOChS (FC), 2017. 452 p.

15. Emergency risk (operator) – regulatory documents. Available at: <http://introgis.ru/upload/iblock>.

16. Younis A., Bakaeva N.V. Urban planning method for assessing the destruction of residential areas affected by hostilities. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban planning and architecture], 2020, vol.10, no. 4, pp. 165-173. (in Russian).

Об авторе:

ЮНИС Алмикдад

аспирант кафедры градостроительства
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
(НИУ МГСУ)
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: almikdadyounis@hotmail.com

YOUNIS Almkidad

Postgraduate student of the Urban Planning Chair
Moscow State University of Civil Engineering
(National Research University)
Institute of Architecture and Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye Shosse str., 26
E-mail: almikdadyounis@hotmail.com

Для цитирования: Юнис А. Градостроительная безопасность городских объектов, пострадавших в результате террористических атак // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 156–163. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.19.

For citation: Younis A. Urban Security of Urban Objects Affected as a Result of Terrorist Attacks. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 156–163. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.19.



УДК 697.973

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.20

А. А. НАДЕЕВ
А. В. БАРАКОВ
Д. А. ПРУТСКИХ

К РАСЧЕТУ АППАРАТА ВОДОИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА

TO THE CALCULATION OF THE APPARATUS OF WATER-EVAPORATIVE AIR COOLING

Использование в системах вентиляции и кондиционирования воздуха метода испарительного охлаждения позволяет существенно сократить расход энергии при их эксплуатации. В работе описана конструкция и принцип работы аппаратов водоиспарительного охлаждения воздуха, в которых в качестве насадки применяется псевдооживленный слой дисперсного материала, непрерывно циркулирующий в рабочей камере. Описан испытательный образец воздухоохладителя, приведены параметры его насадки. Приведена методика его экспериментального исследования и применяемые измерительные приборы. Приведены полученные по опытным данным критериальные соотношения для коэффициента эффективности воздухоохладителя, гидравлического сопротивления рабочей камеры и межфазного коэффициента теплоотдачи.

Ключевые слова: воздухоохладитель, насадка, коэффициент эффективности, гидравлическое сопротивление, коэффициент теплоотдачи

Одним из резервов энергосбережения, как известно, является использование возобновляемых источников энергии. Способ водоиспарительного охлаждения, основанный на термодинамической неравномерности атмосферного воздуха, позволяет существенно сократить расход энергии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха [1, 2].

Основным элементом аппаратов водоиспарительного охлаждения воздуха является

The use of evaporative cooling in ventilation and air conditioning systems can significantly reduce energy consumption during their operation. The paper describes the design and principle of operation of water-evaporative air cooling apparatus, in which a fluidized bed of dispersed material is used as a packing, which is continuously circulating in the working chamber. A test sample of an air cooler is described, the parameters of its packing are given. The technique of its experimental research and the used measuring instruments are presented. The criterion ratios for the efficiency factor of the air cooler, the hydraulic resistance of the working chamber and the interfacial heat transfer coefficient are given.

Keywords: air cooler, packing, efficiency coefficient, hydraulic resistance, heat transfer coefficient

теплообменная секция (насадка). В воздухоохладителях применяются насадки различного вида (например, подвижные и неподвижные), выполненные из различных материалов и имеющие различные геометрические и теплофизические характеристики.

Одним из видов является насадка, представляющая собой циркулирующий по кольцевому каналу слой псевдооживленного дисперсного материала [3]. Она обладает высокой

удельной поверхностью контакта взаимодействующих фаз и, следовательно, высокой интенсивностью тепло- и массообмена между ними. Материал данной насадки – устойчивые к коррозии частицы различной формы с эквивалентным диаметром от 1 до 6 мм, что определяет их высокую смачиваемость. Такая насадка имеет низкую стоимость и позволяет осуществлять непрерывную регенеративную передачу теплоты от одного потока воздуха к другому.

Принципиальная схема воздухоохладителей с дисперсной насадкой приведена на рис. 1 [4]. Их основным элементом является кольцевая рабочая камера 1, разделённая двумя перегородками 7 на «сухую» секцию 4 и «влажную» секцию 5. В перегородках выполнены переточные окна 8 для свободной циркуляции дисперсного материала (насадки) 9. Газораспределительное устройство 2 с наклонными лопатками 6 служит для формирования циркулирующего псевдооживленного слоя. Форсунки 3 предназначены для увлажнения материала во «влажной» секции рабочей камеры.

Воздухоохладители данного типа работают следующим образом. Дисперсный материал насадки располагается в рабочей камере аппарата. Его высота в псевдооживленном состоянии не должна превышать высоты переточных окон перегородки. При прохождении охлаждаемого и охлаждающего воздуха через газораспреде-

лительное устройство на его лопатках происходит формирование наклонных струй, которые переводят насадку к псевдооживленному состоянию. При этом происходит его перемещение (циркуляция) по кольцевому каналу рабочей камеры.

На входе во «влажную» секцию рабочей камеры насадка смачивается водой с помощью форсунок. При движении смоченной насадки к выходу из «влажной» камеры (ко входу с «сухую» камеру) она контактирует со вспомогательным (охлаждающим) потоком воздуха. При этом происходит испарение влаги с поверхности частиц, что приводит к уменьшению их температуры, т. е. реализуется испарительное охлаждение твёрдого материала [5]. Затем охлаждённые частицы насадки поступают в «сухую» камеру и в свою очередь снижают температуру основного (охлаждаемого) потока воздуха.

Однако известные в настоящее время результаты экспериментальных и теоретических исследований таких аппаратов [6] не позволяют их проектировать, что препятствует их распространению в промышленности. Исходя из вышесказанного данные экспериментальные исследования являются актуальными.

Для исследования процессов тепло- и массообмена в воздухоохладителях данного типа, а также их гидродинамических параметров был сконструирован испытательный образец.

Основным его элементом является рабочая камера, в которой осуществляется процесс охлаждения воздуха. Общий вид рабочей камеры воздухоохладителя показан на рис. 2. Она образована двумя соосно расположенными обечайками, имеющими высоту 0,5 мм и диаметры 0,4 и 0,2 м, соответственно для внешней и внутренней. Для визуального наблюдения за процессом псевдооживления внешняя обечайка изготовлена из органического стекла.

Рабочая камера разделена двумя вертикальными перегородками, имеющими переточные окна, на две равные части – «сухую» и «влажную» секции. Газораспределительное устройство аппарата представляет собой жалюзийную кольцевую беспровальную решётку с изменяемым углом наклона лопаток от 20 до 40° к горизонтальной плоскости. Отвод основного и вспомогательного потоков воздуха производится через двухсекционный газоотводящий патрубок.

Для подачи воздуха в исследуемый аппарат применялся высоконапорный центробежный вентилятор Ц10-28 № 4. Для управления его производительностью применялся преобразователь частоты Delta VFD150E43A. Расход воздуха измерялся термоанемометра-

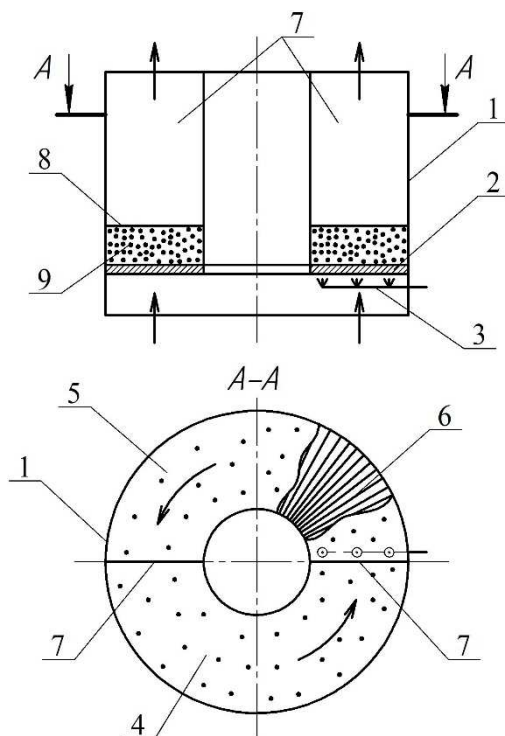


Рис. 1. Принципиальная схема аппарата



Рис. 2. Общий вид рабочей камеры воздухоохладителя

ми ТТМ-2/4-06. Температура воздуха в различных точках аппарата и температура впрыскиваемой воды измерялись с помощью датчиков температуры ТП-208. Потери давления в «сухой» и «влажной» камерах аппарата (гидравлическое сопротивление) измерялись датчиками дифференциального давления АИР-10Н. Все датчики были подключены к ПИД-регулятору ТРМ 148. Регистрация опытных данных осуществлялась с помощью SCADA-системы Owen Process Manager.

При проведении экспериментальных исследований в качестве насадки аппарата применялись два разных дисперсных материала. Первый материал – частицы из алюминиевого сплава плотностью $\rho_n = 2850 \text{ кг/м}^3$ и эквивалентным диаметром $d_s = 2,6; 2,9; 4,6; 5,0 \text{ мм}$. Вторым материалом – кварцевый песок, $\rho_n = 2650 \text{ кг/м}^3$, $d_s = 2,7; 3,2 \text{ мм}$. Масса дисперсного материала в рабочей камере изменялась от 0,5 до 4,0 кг. Для увлажнения материала применялись механические форсунки, позволяющие регулировать расход воды от 0,0004 до 0,0024 кг/с.

Экспериментальные исследования проводились по следующей методике. В рабочую камеру аппарата производилась загрузка дисперсного материала насадки, имеющей заданную массу. После включения вентилятора добивались устойчивой циркуляции насадки в «сухой» и «влажной» секциях путём регулирования расхода воздуха. Затем производилась подача воды в форсунки и осуществлялось смачивание материала насадки на входе во «влажную» секцию.

После установления квазистационарного режима работы аппарата производилась фиксация расхода основного и вспомогательного потоков воздуха и их температуры, измеряемой в 12 точках рабочей камеры. Также фиксировались потери давления при прохождении воздуха через псевдооживленный слой материала в «сухой» и «влажной» секциях. Суммарно было исследовано свыше 50 режимов работы воздухоохладителя, отличающихся типом и массой насадки, и расходом воздуха и воды.

По результатам экспериментов вычислялся коэффициент эффективности аппарата по формуле

$$\eta = \frac{t'_g - t''_{g_{cp}}}{t'_g - t_m} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где t'_g – температура воздуха на входе в «сухую» камеру, °С; $t''_{g_{cp}}$ – среднеинтегральная температура воздуха на выходе из «сухой» камеры, °С; t_m – температура «мокрого» термометра, °С.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что основными параметрами воздухоохладителя, влияющими на его тепловую эффективность, являются масса (высота) насадки и температура воздуха в «сухой» секции рабочей камеры. Аппроксимация полученных экспериментальных данных методом наименьших квадратов позволила получить следующие эмпирические критериальные соотношения:

– коэффициент эффективности воздухоохладителя

$$\eta = 7,06 \cdot \left(\frac{w_g}{w_g^{\min}} \right)^{1,02} \cdot \left(\frac{h_0}{d_s} \right)^{0,94}, \quad (2)$$

где w_g – скорость воздуха на входе в рабочую камеру, м/с; w_g^{\min} – минимальная скорость воздуха, при которой начинается движение насадки, м/с; h_0 – насыпная высота насадки, м.

Соотношение (2) справедливо для диапазонов параметров $1,2 \leq w_g/w_g^{\min} \leq 2,6; 2,8 \leq h_0/d_s \leq 5,1$;

– межфазный коэффициент теплоотдачи в воздухоохладителе

$$\text{Nu} = 0,22 \cdot \text{Re}^{0,75}. \quad (3)$$

Соотношение (3) справедливо для диапазонов $1,2 \leq \text{Re} \leq 2,6$;

– гидравлическое сопротивление рабочей камеры воздухоохладителя

$$\text{Eu} = 0,07 \cdot \text{Re}^{-0,15} \cdot \left(\frac{h_0}{d_s} \right)^{0,94} \cdot \left(\frac{\rho_n}{\rho_g} \right)^{0,65}, \quad (4)$$

где ρ_g – плотность воздуха в «сухой» камере, кг/м³.

Соотношение (4) справедливо для следующих диапазонов: $1925 \leq Re \leq 3230$; $2,8 \leq h_0 / d_3 \leq 5,1$; $2300 \leq \rho_n / \rho_s \leq 2500$.

Среднеквадратическое отклонение экспериментальных данных от расчётных по формулам (2) – (4) для указанных диапазонов не превышает 12 %.

Вывод. Результаты экспериментальных исследований показали работоспособность воздухоохладителя предложенной конструкции. Полученные соотношения могут быть использованы для расчёта и конструирования аппаратов водоиспарительного охлаждения воздуха циркулирующим псевдооживленным слоем дисперсного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кокорин О.Я. Испарительное охлаждение для целей кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1965.

2. Дорошенко А.В., Лисогурская О.А., Розум М.В. Перспективы использования испарительного охлаждения в холодильной технике // Проблемы региональной энергетики. 2013. № 2 (22). С. 79–92.

3. Агапов Ю.Н., Бараков А.В., Дубанин В.Ю. и др. Энергосберегающие теплотехнологические установки с центробежным псевдооживленным слоем // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 3. С. 9–12.

4. Патент РФ на полезную модель № 59786/27.12.06 / Агапов Ю.Н., Бараков А.В., Наумов А.М. Воздухоохладитель.

5. Trojosky M. Rotary drums for efficient drying and cooling // Drying Technology. 2019. Vol. 37(5). P. 632–651.

6. Бараков А.В., Дубанин В.Ю., Кожухов Н.Н. и др. К расчёту воздухоохладителя косвенно-испарительного типа с центробежным псевдооживленным слоем насадки // Энергосбережение и водоподготовка. 2011. № 5 (65). С. 69–70.

REFERENCES

1. Kokorin O.Y. *Isparitel'noe okhlazhdenie dlya tseley konditsionirovaniya vozdukha* [Evaporative Cooling for Air Conditioning Purposes]. Moscow: Stroyizdat, 1965.

2. Doroshenko A.V., Lisogurskaya O.A., Rozum M.V. Prospects for the use of evaporative cooling in refrigeration. *Problemy regional'noy energetiki* [Regional energy problems], 2013, no. 2(22), pp. 79-92. (in Russian)

3. Agapov Y.N., Barakov A.V., Dubanin V.Y. et al. Energy-saving heating plants with centrifugal fluidized bed. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Voronezh State Technical University Bulletin], 2011, no. 7(3), pp. 9-12. (in Russian).

4. Patent RUS № 59786/ 27.12.06. Agapov Y.N., Barakov A.V., Naumov A.M. *Vozdukhookhladitel'*.

5. Trojosky M. Rotary drums for efficient drying and cooling. *Drying Technology*, 2019, no. 37(5), pp. 632-651. doi: 10.1080/07373937.2018.1552597

6. Barakov A.V., Dubanin V.Y., Kozhukhov N.N. et al. To the calculation of an indirect-evaporative air cooler with a centrifugal fluidized bed of packing. *Energosberezhenie i vodopodgotovka* [Energy saving and water treatment], 2011, no. 5(65), pp. 69-70. (in Russian).

Об авторах:

НАДЕЕВ Александр Александрович

кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и промышленной теплоэнергетики Воронежский государственный технический университет
394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84
тел. 8(473)2437662
E-mail: anadeev@cchgeu.ru

NADEEV Aleksandr A.

PhD of Engineering Science, Associate Professor of the Theoretical and Industrial Heat Power Engineering Chair
Voronezh State Technical University
394006, Russia, Voronezh, 20 let Oktyabrya str.,84,
tel. 8(473)2437662
E-mail: anadeev@cchgeu.ru

БАРАКОВ Александр Валентинович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры теоретической и промышленной теплоэнергетики Воронежский государственный технический университет
394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84
тел. 8(473)2437662
E-mail: abarakov@cchgeu.ru

BARAKOV Aleksandr V.

Doctor of Engineering Science, Professor of the Theoretical and Industrial Heat Power Engineering Chair
Voronezh State Technical University
394006, Russia, Voronezh, 20 let Oktyabrya str.,84,
tel. 8(473)2437662
E-mail: abarakov@cchgeu.ru

ПРУТСКИХ Дмитрий Александрович

кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и промышленной теплоэнергетики Воронежский государственный технический университет
394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84
тел. 8(473)2437662
E-mail: dprutskikh@cchgeu.ru

PRUTSKIKH Dmitry A.

PhD of Engineering Science, Associate Professor of the Theoretical and Industrial Heat Power Engineering Chair
Voronezh State Technical University
394006, Russia, Voronezh, 20 let Oktyabrya str.,84,
tel. 8(473)2437662
E-mail: dprutskikh@cchgeu.ru

Для цитирования: *Надеев А.А., Бараков А.В., Прутских Д.А.* К расчету аппарата водоиспарительного охлаждения воздуха // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 164–168. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.20.
For citation: *Nadeev A.A., Barakov A.V., Prutskikh D.A.* To the Calculation of the Apparatus of Water-Evaporative Air Cooling. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 164–168. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.20.

Е. А. КРЕСТИН
Г. В. СЕРЕБРЯКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА В ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ И КОНИЧЕСКИХ ЗАЗОРАХ ПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF FLOW IN PLANE-PARALLEL
AND TAPER CLEARANCES OF DRIVES OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Исследованы гидродинамические параметры потока вязкой рабочей жидкости в плоскопараллельных и конических зазорах в приводах электроэнергетических систем. Найдено общее выражение для определения закономерности изменения скорости потока в зазорах бесконтактных уплотнений, а также рассмотрены частные случаи. В случае фрикционного перемещения одной из стенок в зазоре наблюдается течение Куэтта. При напорном воздействии на жидкость в зазоре наблюдается параболическое распределение скорости с максимумом в середине канала. При совместном воздействии фрикционного перемещения стенки и напорного течения в канале наблюдается расслоение движения жидкости в противоположные стороны. Фрикционное течение в конусных щелях, когда жидкость движется только в одном направлении, возможно при значении конусности $-0,5...1,0$. Во всех остальных случаях поток в щели будет иметь два противоположных направления течения. Наличие двух противоположных потоков внутри щели может быть и для случая, когда направление движения подвижной стенки совпадает с направлением напорного течения. Это вызвано повышением давления внутри зазора. Найдено общее решение для силы давления в зазорах, которая стремится раздвинуть стенки, т. е. раскрыть уплотняющие поверхности. Выполнен анализ силы давления для различных случаев щелевого зазора и при различном воздействии фрикционного течения и напорного давления.

Ключевые слова: привод электроэнергетических систем, щелевой зазор, плоскопараллельный и конический каналы, фрикционное и напорное течение, сила давления

Для определения закономерности изменения скорости потока в зазорах бесконтактных уплотнений необходимо в уравнение (4), полученное в [1]:

$$\vartheta_x(x, y) = \frac{1}{2\nu\rho}(y^2 - hy)\frac{dp}{dx} \pm \frac{U}{h}(h - y),$$

подставить значение dp/dx .

The hydrodynamic parameters of the flow of a viscous working fluid in plane-parallel and conical gaps in drives of electric power systems are investigated. A general expression is found for determining the regularity of the change in the flow rate in the gaps of non-contact seals, and special cases are considered. In the case of frictional movement of one of the walls, the Couette flow is observed in the gap. When the pressure is applied to the liquid in the gap, a parabolic velocity distribution is observed with a maximum in the middle of the channel. Under the joint action of the frictional movement of the wall and the pressure flow in the channel, stratification of fluid movement in opposite directions is observed. Frictional flow in conical slots, when the fluid moves in only one direction, is possible at a taper value of $-0,5...1,0$. In all other cases, the flow in the slot will have two opposite flow directions. The presence of two opposite flows inside the slot can also be for the case when the direction of movement of the movable wall coincides with the direction of the pressure flow. This is caused by an increase in pressure within the gap. A general solution has been found for the pressure force in the gaps, which tends to push the walls apart, i.e. open the sealing surfaces. The analysis of the pressure force is carried out for various cases of the slotted gap and under various effects of the frictional flow and pressure head.

Keywords: drive of electric power systems, slotted gap, plane-parallel and conical channels, frictional and pressure flow, pressure force

Для детального изучения закономерностей изменения скорости потока рабочей жидкости в зазорах бесконтактных уплотнений рассмотрим результаты решений для различных случаев течения.

Случай 1 – это фрикционное течение рабочей среды в щели с параллельными стенками ($\Delta p = 0$, $\vartheta_{cm} \neq 0$, $k = 0$). Здесь давление в щели не изменяется, т. е. $dp/dx = 0$. Поэтому закон рас-

предела скорости потока в щелевом зазоре будет иметь линейную зависимость (рис. 1) в виде функции

$$\vartheta_x = \pm \frac{\vartheta_{cm}}{h} (h - y). \quad (1)$$

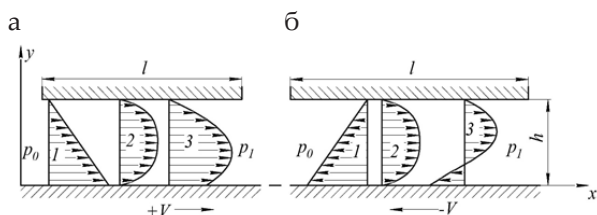


Рис. 1. Распределение скорости в плоской щели $h = const$ при движении потока под действием перепада давления и сил трения подвижной стенки: а – стенка движется вправо; б – стенка движется влево (1 – эпюра фрикционного течения; 2 – эпюра напорного течения; 3 – суммарная эпюра)

Случай 2 – это напорное течение в щелевом зазоре с параллельными и неподвижными стенками ($\Delta p \neq 0, \vartheta_{cm} = 0, k = 0$). Тогда значение производной $\frac{dp}{dx} = -\frac{\Delta p}{l}$, а выражение для определения скорости потока рабочей жидкости принимает вид:

$$\vartheta_x = -\frac{\Delta p}{2\nu\rho l} (y^2 - hy). \quad (2)$$

Полученная формула соответствует параболическому закону распределения скорости по высоте зазора и имеет максимум в центре сечения при $y = h/2$:

$$\vartheta_{max} = \frac{h^2 \Delta p}{8\nu\rho l}.$$

Случай 3 – это напорное течение в щели с параллельными стенками $h = const$, причем одна стенка совершает перемещение в своей плоскости ($\Delta p \neq 0, \vartheta_{cm} \neq 0, k = 0$):

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{\Delta p}{l}; \vartheta_x = -\frac{\Delta p}{2\nu\rho l} (y^2 - hy) \pm \frac{\vartheta_{cm}}{h} (h - y). \quad (3)$$

Когда направление движения стенки совпадает с направлением течения жидкости, то скорости складываются. Если же движение стенки происходит навстречу потоку жидкости, то скорости вычитаются. Поэтому поток всегда будет иметь два направления течения. Возле подвижной стенки частицы жидкости, увлекаемые силами трения, будут двигаться в направлении движения стенки, а в остальной части щелевого зазора – в обратном направлении [2].

Необходимо определить границы изменения направления потоков. Для этого в уравнении (3) приравниваем $\vartheta_x = 0$:

$$y_l = -\frac{2\nu\rho l \vartheta_{cm}}{\Delta p h}, \quad (4)$$

таким образом, координата границы раздела потоков будет зависеть как от скорости движения стенки ϑ_{cm} и величины перепада давления Δp , так и от высоты зазора h и вязкости жидкости ν .

Случай 4 – это наличие фрикционного течения в конусной щели при движении стенки с некоторой ненулевой скоростью $\pm \vartheta_{cm}, \Delta p = 0, k \neq 0$. Используя зависимость для определения давления в коническом зазоре [1]:

$$p(\bar{x}) = \bar{p}_0 \pm \frac{6\nu\rho l \vartheta_{cm}}{h_0^2} \frac{k\bar{x}(\bar{x} - 1)}{(1 + k\bar{x})^2 (2 + k)},$$

получим формулу для изменения давления:

$$\frac{dp}{dx} = \pm \frac{6\nu\rho k \vartheta_{cm}}{h_0^2 (2 + k)} \frac{\bar{x}(2 + k) - 1}{(1 + k\bar{x})^3}. \quad (5)$$

Следует отметить, что при фрикционном течении в конусной щели жидкость будет перемещаться в направлении возрастающего давления [4]. В частности, для сужающейся щели это движение происходит до сечения с координатой \bar{x}_1 , где давление будет достигать максимального значения [1]. В случае расширяющегося конического зазора – справа от сечения, в котором наблюдается минимум давления. Таким образом, начиная с некоторого вертикального сечения АБ, определяемого абсциссой x_2 (рис. 2), движение рабочей жидкости вблизи верхней неподвижной наклонной стенки будет происходить в направлении, противоположном движению нижней подвижной стенки. Математически это объясняется тем, что в сечении АБ производная $\frac{d\vartheta_x}{dy}$ при $y = h$ меняет свой знак на противоположный. Следовательно, в точке с координатой \bar{x}_2 будем иметь производную, равную нулю, $\left. \frac{\partial \vartheta_x}{\partial y} \right|_{y=h} = 0$.

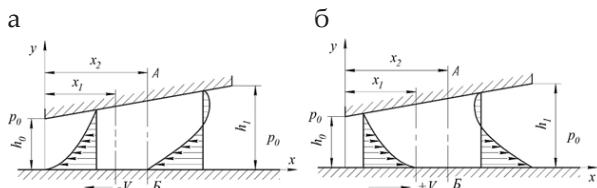


Рис. 2. Схема распределения скорости с конусной щели при движении стенки (безнапорное течение) в направлении уменьшающегося зазора (а) и увеличивающегося зазора (б)

Применяя выражение

$$g_x(x, y) = \frac{1}{2\nu\rho}(y^2 - hy) \frac{dp}{dx} \pm \frac{U}{h}(h - y),$$

определим величину этой производной в виде:

$$\left. \frac{\partial g_x}{\partial y} \right|_{y=h} = \left. \frac{1}{2\nu\rho}(2y - h) \frac{dp}{dx} \mp \frac{g_{cm}}{h} \right|_{y=h} = \frac{h}{2\nu\rho} \frac{dp}{dx} \mp \frac{g_{cm}}{h} = 0.$$

Используя выражение (5), найдем абсциссу точки перехода:

$$\bar{x}_2 = \frac{1 + 2k}{k(2 + k)}; \bar{x}_2 = \frac{(1 + 2k)l}{k(2 + k)}. \quad (6)$$

Из выражения (6) следует, что уменьшение конусности щелевого зазора приводит к увеличению значения координаты x_2 . Поскольку щель имеет конечные размеры, то значение координаты x_2 может выходить за пределы зазора, т. е. область противотока в щелевом зазоре может и не возникать [3]. Минимальное значение параметра конусности k , когда в щелевом зазоре возникает течение, противоположное направлению подвижной стенки, может быть определено из следующих соотношений: для расширяющихся щелей $\bar{x}_2 = 1 = \frac{1 + 2k}{k(2 + k)}$, откуда коэффициент конусности равен $k = 1$ для сужающихся щелей, когда $\bar{x}_2 = 0 = \frac{1 + 2k}{k(2 + k)}$, получаем $k = -0,5$.

Таким образом, фрикционное течение в конусных щелевых зазорах, в случае когда жидкость движется только в одном направлении, возможно при значении конусности $-0,5 \leq k \leq 1$. Во всех же остальных случаях в щелевом зазоре поток будет иметь два противоположных направления течения рабочей жидкости [5].

Случай 5 – это наличие напорного течения в конусной щели при неподвижных стенках, т. е. ($\Delta p \neq 0, \vartheta_{cm} = 0, k \neq 0$). Здесь дифференцирование выражения

$$\bar{p}(\bar{x}) = \bar{p}_0 - \frac{(1 + k)^2}{2 + k} \frac{2\bar{x} + k\bar{x}^2}{(1 + k)^2} + q_g \frac{k\bar{x}(\bar{x} - 1)}{(1 + k)^2(2 + k)}$$

приводит к следующей зависимости:

$$\bar{x}_p = x_p / l \frac{\int_0^1 \bar{p}(\bar{x}) \bar{x} d\bar{x}}{\bar{F}} \frac{dp}{dx} = \frac{(1 + k)^2}{2 + k} \frac{2 \Delta p}{l(1 + kx)^3}. \quad (7)$$

Закономерность изменения скорости потока рабочей жидкости в этом случае определяется уравнением

$$g_x = \frac{(1 + k)^2}{2 + k} \frac{\Delta p}{\nu\rho l(1 + kx)^3} (y^2 - hy). \quad (8)$$

Случай 6 – это совместное воздействие фрикционного и напорного течения в конусном щелевом зазоре. Соответственно более сложной будет и картина изменения скорости потока в конусной щели с подвижной стенкой при наличии еще и напорного течения под действием перепада давления ($\Delta p \neq 0, \vartheta_{cm} \neq 0, k \neq 0$).

В этом случае имеем:

$$\frac{dp}{dx} = \left\{ q_g - \frac{2(1 + k)}{(2 + k)(1 + kx)} [(1 + k) + q_g] \frac{\Delta p}{l(1 + kx)^2} \right\}. \quad (9)$$

Анализ выражения (9) показывает, что когда направление движения подвижной стенки противоположно потоку, вызванному перепадом давления Δp , то возле подвижной стенки частицы жидкости, увлекаемые силами трения, будут двигаться вместе со стенкой. Наличие двух противоположных потоков внутри щелевого зазора может быть и в том случае, когда направление движения подвижной стенки совпадает с направлением напорного течения [6]. Это обусловлено повышением давления внутри самого зазора. Причем направление потока будет изменяться в том сечении, в котором производная скорости у стенки будет менять свой знак, т. е.

$$\left. \frac{\partial g_x}{\partial y} \right|_{y=h} = 0.$$

Используя уравнение

$$g_x(x, y) = \frac{1}{2\nu\rho}(y^2 - hy) \frac{dp}{dx} \pm \frac{U}{h}(h - y),$$

найдем значение координаты x_2 , при котором происходит изменение направления движения потоков. Для этого подставим в уравнение $\frac{dp}{dx} \pm \frac{2\nu\rho g_{cm}}{h_2} = 0$ значение $\frac{dp}{dx}$, в результате получим:

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{k} \left[\frac{3(1 + k)}{2 + k} \left(\frac{1 + k}{q_g} + 1 \right) - 1 \right]. \quad (10)$$

Увеличение параметра q_{gs} равно как и увеличение параметра k , приводит соответственно к уменьшению координаты \bar{x}_2 . Изменение направления потока в щелевом зазоре нежелательно, так как при этом создается неустойчивое течение жидкости. Поэтому значение координаты \bar{x}_2 в расширяющейся щели должно выходить за пределы щели, т. е. должно быть $\bar{x}_2 > 1$. Если в уравнение (10) положить $\bar{x}_2 = 1$, то зависимость между параметрами k и q_{gs} при которых в расширяющейся щели не возникает изменение направления потока, запишется так:

$$q_g \leq \frac{3(1 + k)}{k - 1}. \quad (11)$$

Зависимость (11) позволяет определить границы однонаправленного течения в расширяющихся щелевых зазорах (рис. 3). При уменьшении угла наклона верхней стенки щели значение параметра $q_{\text{ср}}$, при котором происходит изменение направления течения, увеличивается и при $k \rightarrow 1, q_{\text{ср}} \rightarrow \infty$. В сужающихся щелях изменение направления потока возможно лишь при значениях параметра k и $q_{\text{ср}}$, при которых в сужающихся щелях не возникает изменение направления движения потока, будет иметь вид:

$$q_{\text{ср}} = -\frac{3(1+k)^2}{1+2k} \quad (12)$$

Причем при $k \rightarrow |-0,5|, q_{\text{ср}} \rightarrow \infty$.

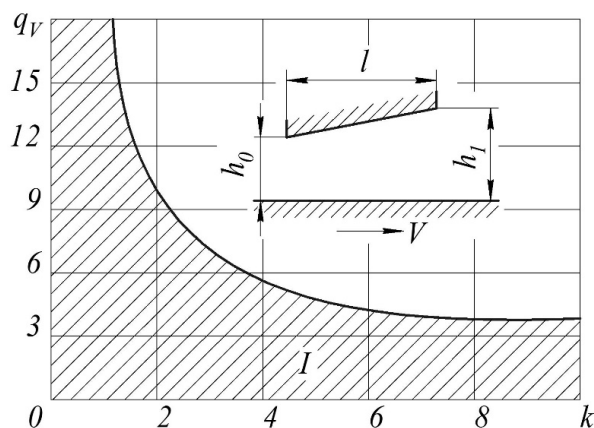


Рис. 3. Граница безотрывного течения в конусных щелях при движении стенки в направлении увеличивающегося зазора и напорного течения $\Delta p \neq 0, \vartheta_{\text{см}} \neq 0, k \neq 0$:
I – область однонаправленного течения

Далее определим силы давления, действующие на стенки щелевых зазоров. Сила давления в зазорах стремится раздвинуть стенки, т. е. раскрыть уплотняющие канал поверхности [7]. Полагая, что угол между стенками, ограничивающими зазор, мал, будем считать косинус его равным единице. Силу давления, действующую на стенки зазора, найдем путем интегрирования значения давления в зазоре:

$$F = W \int_0^l p(x) dx,$$

где l и W – соответственно длина и ширина щелевого зазора.

Используя зависимости

$$\bar{p}(\bar{x}) = \frac{p(\bar{x})}{\Delta p}; \quad \bar{x} = \frac{x}{l}; \quad d\bar{x} = \frac{dx}{l},$$

найдем величину силы давления в виде:

$$F = Wl\Delta p \int_0^1 \bar{p}(\bar{x}) d\bar{x}.$$

Решение получили в виде:

$$\bar{F} = \frac{F}{Wl\Delta p} \left\{ \bar{p}_0 - \frac{1+k}{2+k} + \frac{q_{\text{ср}}}{k} \left[\frac{2}{2+k} - \frac{\ln(1+k)}{k} \right] \right\} \quad (13)$$

Для удобства анализа и расчетов введем безразмерный параметр, представляющий собой отношение действующей силы F к силе давления Δp на площадь Wl :

$$\bar{F} = \frac{F}{Wl\Delta p} = \bar{p}_0 - \frac{1+k}{2+k} + \frac{q_{\text{ср}}}{k} \left[\frac{2}{2+k} - \frac{\ln(1+k)}{k} \right] \quad (14)$$

С учетом этого обозначения, значение силы давления на стенку составит:

$$F = \bar{F}Wl\Delta p. \quad (15)$$

Найдем абсциссу точки приложения равнодействующей силы давления в щели x_p . Положение абсциссы можно определить из условия равенства момента равнодействующей силы относительно начала координат моменту силы давления, найденному также относительно начала координат:

$$Fx_p = W \int_0^l p(x)x dx \quad \text{или} \quad \bar{F}\bar{x}_p = \int_0^1 \bar{p}(\bar{x})\bar{x} d\bar{x},$$

откуда:

$$\bar{x}_p = \frac{\int_0^1 \bar{p}(\bar{x})\bar{x} d\bar{x}}{\bar{F}}, \quad (16)$$

где $\bar{x}_p = x_p / l$.

Используя уравнения (13), (14) и (16), определим значения параметра \bar{F} , силы F , действующей на стенки и координату x_p приложения силы для следующих частных случаев.

1. Щель образована неподвижными параллельными стенками, течение напорное ($\Delta p \neq 0, \vartheta_{\text{см}} = 0, k = 0$).

Безразмерный параметр:

$$\bar{F} = \bar{p} - 0,5. \quad (17)$$

Сила давления на стенку:

$$F = Wl \frac{p_0 + p_l}{2}. \quad (18)$$

Абсцисса точки приложения силы F :

$$\bar{x}_p = \frac{3\bar{p}_0 - 2}{3(2\bar{p}_0 - 1)}. \quad (19)$$

В случае, когда

$$\bar{p}_0 = \frac{p_0}{\Delta p} = 1,$$

а это возможно при $p_1 = 0$, то точка приложения силы F находится на расстоянии $x_p = 1/3$ от входа в щелевой зазор. При $p_1 = 0,5p_0$ координата $x_p = 4l/9$.

2. В щелевом зазоре с параллельными стенками ($\Delta p = 0, \vartheta_{cm} \neq 0, k = 0$) наблюдается фрикционное течение [8].

В этом случае искомые параметры имеют вид:

$$\bar{F} = 1; F = Wlp_0 \text{ и } x_p = 0,5l. \quad (20)$$

3. Конусная щель с неподвижными стенками, течение напорное ($\Delta p \neq 0, \vartheta_{cm} = 0, k \neq 0$).

Для этого случая имеем:

$$\bar{F} = \bar{p}_0 - \frac{1+k}{2+k}; \quad (21)$$

$$F = Wl\Delta p \left(\bar{p}_0 - \frac{1+k}{2+k} \right). \quad (22)$$

На рис. 4 приведен график зависимости

$$F = Wl\Delta p \left\{ 1 + \frac{q_{\vartheta_0}}{k} \left[\frac{2}{2+k} - \frac{\ln(1+k)}{k} \right] \right\} \bar{F}$$

от параметра конусности k и при относительном давлении $\bar{p}_0 = \frac{p_0}{\Delta p} = 1$. Из этого графика

следует, что \bar{F} у сужающихся щелей будет больше, чем у параллельной и расходящейся. Максимальное значение $\bar{F}_{max} = 1$ будет при $k = -1$, т. е. когда входной зазор $h_1 = 0$ и течение жидкости через щель отсутствует [9]. При этом давление по всей длине щели будет постоянным $p = p_0$ а сила давления на стенки равна $\bar{F}_{max} = Wlp_0$. Абсцисса приложенной силы F составит:

$$x_p = \frac{0,5\bar{p}_0 - \frac{(1+k)^2}{k^2(2+k)} \left[\frac{k}{2} + \frac{1}{1+k} - \frac{1}{k} \ln(1+k) \right]}{\bar{p}_0 - \frac{1+k}{2+k}}. \quad (23)$$

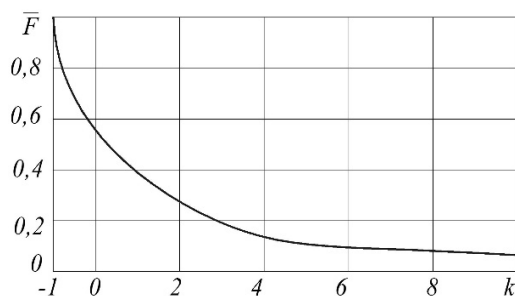


Рис. 4. График зависимости $\bar{F} = f(k)$ при напорном течении жидкости через конусную щель с неподвижными стенками

Так, например, при $\bar{p}_0 = 1$ и течении жидкости через расширяющуюся щель с величиной конусности $k = 1$ положение абсциссы равно $x_p = 0,294l$.

Для безнапорного течения в конусной щели ($\Delta p = 0, \vartheta_{cm} \neq 0, k \neq 0$) безразмерный параметр составит [10]:

$$\bar{F} = 1 + \frac{q_{\vartheta_0}}{k} \left[\frac{2}{2+k} - \frac{\ln(1+k)}{k} \right]. \quad (24)$$

Сила давления, действующая на стенку, в этом случае равна:

$$F = Wl\Delta p \left\{ 1 + \frac{q_{\vartheta_0}}{k} \left[\frac{2}{2+k} - \frac{\ln(1+k)}{k} \right] \right\}. \quad (25)$$

Зависимость значения безразмерного параметра \bar{F} от конусности щели и q_{ϑ_0} приведена на рис. 5. При движении стенки в сторону уменьшения зазора \bar{F} по мере увеличения $|q_{\vartheta_0}|$ возрастает, при движении стенки в обратном направлении – падает. Причем функция $\bar{F} = f(k)$ имеет экстремум при $k = 1, 2$. При этом $\bar{F}_{max} = 1 - 0,0267q_{\vartheta_0}$.

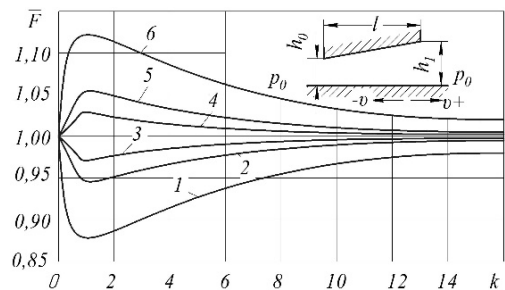


Рис. 5. График зависимости $F = f(k, q_{\vartheta_0})$ при безнапорном течении жидкости через конусную щель с подвижной стенкой:

$$1 - q_{\vartheta_0} = 5; 2 - q_{\vartheta_0} = 2; 3 - q_{\vartheta_0} = 1; \\ 4 - q_{\vartheta_0} = -1; 5 - q_{\vartheta_0} = -2; 6 - q_{\vartheta_0} = -5$$

Точка максимума (минимума) давления находится на расстоянии $k = 1, q_{\vartheta_0} = 10, \bar{x}_p = 0,52, x_1 \approx 0,313l$ от входа в щелевой зазор.

Абсцисса приложения равнодействующей силы давления в этом случае определяется следующим образом:

$$\bar{x}_p = \frac{k^3(2+k) + q_{\vartheta_0} [2(3+2k)\ln(1+k) - k(6+k)]}{2k \{ k^2(2+k) + q_{\vartheta_0} [2k - (2+k)\ln(1+k)] \}}. \quad (26)$$

Для $k = 1, q_{\vartheta_0} = 1, \bar{x}_p = 0,51$. Для $k = 1, q_{\vartheta_0} = 10, \bar{x}_p = 0,52$.

Выводы. 1. Исследованы гидродинамические параметры потока вязкой рабочей жидкости в плоскопараллельных и конических щелях в приводах электроэнергетических систем.

2. Найдено общее выражение для определения закономерности изменения скорости потока в зазорах бесконтактных уплотнений, а также рассмотрены частные случаи.

3. В случае фрикционного перемещения одной из стенок в зазоре наблюдается течение Куэтта.

4. При напорном воздействии на жидкость в зазоре наблюдается параболическое распределение скорости с максимумом в середине канала.

5. При совместном воздействии фрикционного перемещения стенки и напорного течения в канале наблюдается расслоение движения жидкости в противоположные стороны.

6. В конических зазорах при фрикционном течении жидкость движется в направлении возрастающего давления. В сужающихся зазорах это происходит до сечения, где давление достигает максимального значения. В расширяющихся каналах – от сечения, где наблюдается минимум давления. Вследствие этого, начиная с некоторого сечения, движение жидкости вблизи верхней наклонной стенки будет происходить в направлении, противоположном движению нижней подвижной стенки.

7. Фрикционное течение в конусных щелях, когда жидкость движется только в одном направлении, возможно при значении конусности $-0,5...1,0$. Во всех остальных случаях поток в щели будет иметь два противоположных направления течения.

8. Когда направление движения подвижной стенки противоположно потоку, вызванному перепадом давления Δp , то возле подвижной стенки частицы жидкости, увлекаемые силами трения, движутся вместе со стенкой. Наличие двух противоположных потоков внутри щели может быть и для случая, когда направление движения подвижной стенки совпадает с направлением напорного течения. Это вызвано повышением давления внутри зазора.

9. Найдено общее решение для силы давления в зазорах, которая стремится раздвинуть стенки, т. е. раскрыть уплотняющие поверхности. Выполнен анализ силы давления для различных случаев щелевого зазора и при различном воздействии фрикционного течения и напорного давления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крестин Е.А., Серебряков Г.В. Гидродинамический расчет бесконтактных уплотнений с плоскими щелевыми зазорами приводов электроэнергетических систем // Градостроительство и архитектура. 2021. № 2. Т.11. С. 171–177. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.22.
2. Никитин Г.А., Черкун В.Е., Дидур В.А. Повышение качества сборки плунжерных пар золотниковых распределителей // Технология и организация производства. Киев, 1971. № 1. С. 77–80.
3. Крестин Е.А. Определение утечек жидкости через зазор бесконтактного уплотнения поршня гидравлического вибратора // Научное обозрение. 2014. № 5. С. 108–110.
4. Васильев В.А. Метод расчета гидродинамических сил в щелевых уплотнениях роторов мощных питательных насосов // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Машиностр. 2004. № 5. С. 115–120.
5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта и др. 5-е изд., стер. М.: Альянс, 2011. 422 с.
6. Численное исследование устойчивости течения Тейлора между двумя цилиндрами в двумерном случае / О. М. Белоцерковский [и др.] // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2009. № 4. С. 754–768.
7. Уплотнительные устройства в машиностроении / Б. Жирных [и др.]. М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2017. 24 с.
8. Никитин О.Ф. Рабочие жидкости и уплотнительные устройства гидроприводов. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. 288 с.
9. Машиностроительный гидропривод / под ред. В. Н. Прокофьева; авт.: Л. А. Кондаков, Г. А. Никитин, В. Н. Прокофьев, В. Я. Скрицкий, В. Л. Сосонкин. М.: Машиностроение, 1978. 495 с.
10. Найгерт К.В., Редников С.Н., Япарова Н.М. Процессы полимеризации рабочей среды в зазорах золотниковых пар // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. Челябинск, 2016. № 46. С. 125–123.

REFERENCES

1. Krestin E.A., Serebryakov G.V. Hydrodynamic Calculation of Contactless Seals with Plane Slots in Drives of Electric Power Systems. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], Samara, 2021, no. 2(vol.11), pp. 171-177. (in Russian)
2. Nikitin G.A., Cherkun V.E., Didur V.A. Improving the quality of assembly of plunger pairs of spool valves. *Tekhnologiya i organizatsiya proizvodstva* [Technology and organization of production], Kiev, 1971, no. 1, pp. 77-80.
3. Krestin E.A. Determination of fluid leaks through the gap of the contactless piston seal of the hydraulic vibrator. *Nauchnoe obozrenie* [Science Review], 2014, no. 5, pp. 108-110. (in Russian)
4. Vasil'yev V.A. Method for calculating hydrodynamic forces in slot seals of rotors of powerful feed pumps. *Vestnik YUUrGU. Seriya Mashinostroyeniye* [Mechanical engineering industry]. 2004, no. 5, pp. 115-120. (in Russian)
5. *Gidravlika, gidromashiny i gidroprivody: uchebnyk dlya studentov vysshikh tekhnicheskikh uchebnykh zavedeniy* [Hydraulics, hydraulic machines and hydraulic drives]. M.: Al'yans, 2011. 422 p.

6. Belocerkovskij O. M. and others. Chislennoe issledovanie ustoychivosti techeniya Teylora mezhdu dvumya tsilindrami v dvumernom sluchae. *Zhurnal vychislitel'noy matematiki i matematicheskoy fiziki* [Computational Mathematics and Mathematical Physics], 2009, no. 4, pp. 754-768. (in Russian)

7. *Uplotnitel'nye ustroystva v mashinostroenii: uchebnoe posobie* [Sealing devices in mechanical engineering]. M.: Izdatel'stvo MGTU im. Baumana, 2017. 24 p.

8. Nikitin O.F. *Rabochie zhidkosti i uplotnitel'nye ustroystva gidroprivodov* [Working fluids and sealing devices for hydraulic drives]. M.: MGTU im. N. E. Baumana, 2013. 288 p.

9. Kondakov L. A., Nikitin G. A., Prokof'yev V. N., Skritskiy V. Ya., Sosonkin V. L. *Mashinostroitel'nyy gidroprivod* [Mechanical hydraulic drive]. M.: Mashinostroenie, 1978. 495 p. (in Russian)

10. Naygert K.V. , Rednikov S.N., Yaparova N.M. The processes of polymerization of the working medium in the gaps of the spool pairs. *Vestnik PNIPU. Aerokosmicheskaya tekhnika: sbornik statey* [PNRPU Aerospace Engineering Bulletin], 2016, no. 46, pp. 125-123. (in Russian)

Об авторах:

КРЕСТИН Евгений Александрович

кандидат технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: krestin@bk.ru

KRESTIN Evgeny A.

PhD in Engineering Science, Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: krestin@bk.ru

СЕРЕБРЯКОВ Григорий Владимирович

студент 4 курса, факультет инженерных систем и природоохранного строительства, направление: гидротехническое строительство, группа Г-81 Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: karately123@mail.ru

SEREBRYAKOV Grigoriy V.

Student Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: karately123@mail.ru

Для цитирования: Крестин Е.А., Серебряков Г.В. Исследование динамических характеристик потока в плоскопараллельных и конических зазорах приводов электроэнергетических систем // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 169–175. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.21.

For citation: Krestin E.A., Serebryakov G.V. Study of Dynamic Characteristics of Flow in Plane-Parallel and Taper Clearances of Drives of Electric Power Systems. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021. Vol. 11, no. 4. Pp. 169–175. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.21.

ПОДПИСКА – 2022
на январь-декабрь
в «Объединенном каталоге «Пресса России»
на сайтах www.pressa-rf.ru и www.akc.ru,

Уважаемые читатели!
Обратите внимание, что с 1 сентября 2021 г.
проводится подписная кампания на журналы
Самарского государственного технического
университета на 2022 год

18106 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Технические науки»

18107 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Психолого-педагогические науки»

18108 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Физико-математические науки»

41340 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Философия»

70570 Градостроительство и архитектура

Условия оформления подписки вы найдете
на сайтах www.pressa-rf.ru и www.akc.ru,

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Прием статей для публикации в научно-техническом журнале «Градостроительство и архитектура» осуществляется в постоянном режиме.

1. В редакцию журнала необходимо вместе с рукописью статьи представить следующие документы:

Сопроводительное письмо, подписанное руководителем организации, откуда исходит рукопись. Для аспирантов, соискателей и работников СамГТУ сопроводительное письмо представлять не требуется. Выписка из протокола заседания кафедры о публикации статьи в журнале.

Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись.

Внешняя рецензия, заверенная по месту работы рецензента.

Лицензионный договор.

2. Общие требования к оформлению документа:

*Формат страницы – А4, ориентация книжная
Шрифт текста рукописи – Times New Roman
Сур, размер 14pt*

Междустрочный интервал – 1,5

Общий объем рукописи (включая иллюстрации и таблицы) – 8–15 страниц формата А4.

Формулы следует набирать с использованием редакторов формул MathType 6 или MS Equation 3.0. Формула не должна содержать промежуточные преобразования.

*Иллюстрации выполняются черно-белыми (с хорошей проработкой деталей) в программах Corel Draw (с расширением *.cdr) или других редакторах (с расширением *.jpeg или *.tiff).*

Библиографический список размещается в конце текста статьи, нумерация дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте [в квадратных скобках]. При ссылках на нормативные документы (СНиПы, ГОСТы) номер и название документа указываются непосредственно в тексте статьи (в круглых скобках). Библиографический список должен быть оформлен по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

3. Структура размещения основных частей статьи:

индекс УДК

инициалы, фамилии авторов

название статьи на русском языке

название статьи на английском языке

аннотация на русском языке (не менее 10 строк)

аннотация статьи на английском языке

ключевые слова на русском языке (до 10 словосочетаний)

ключевые слова на английском языке

текст статьи (предпочтительно с выводами)

библиографический список (не менее 5 наименований)

библиографический список на транслитерации (References)

полные сведения об авторе(ах) на русском языке: фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание, должность, контактные телефоны (с кодом города), e-mail автора(ов); наименование организации (с указанием почтового адреса учреждения), в которых работает автор(ы), на русском языке

полные сведения об авторе(ах) на английском языке (см. выше)

4. Рукописи, не соответствующие требованиям редакции, не рецензируются, не публикуются и не возвращаются авторам

5. Публикации в журнале подлежат только оригинальные статьи, соответствующие тематическим направлениям журнала и ранее не публиковавшиеся в других изданиях.

6. При положительном решении редакции об опубликовании научной статьи с автором(ами) заключается лицензионный договор. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

7. Редакция имеет право представлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала <http://journal.samgasu.ru>.

8. Авторский коллектив несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме с ответственности с действующим законодательством РФ.

9. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – СамГТУ. Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней в печатном виде) должны быть отправлены по почте или доставлены лично по адресу: Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194, Академия строительства и архитектуры, Самарский государственный технический университет. Редакция журнала «Градостроительство и архитектура» (каб. 307).

По всем вопросам, связанным с публикацией статей в журнале «Градостроительство и архитектура», обращаться к отв. секретарю Досковской Марии Сергеевне по тел. (846) 242-36-98, E-mail: vestniksgasu@yandex.ru, uc-arch@yandex.ru.