

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151

№ 2 Т. 8
2018

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



САМАРА

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

ISSN 2542-0151

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Т.8, № 2

САМАРА
2018

УДК 71+72

Градостроительство и архитектура=Urban construction and architecture. 2018. Т. 8, № 2. 148 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:

И.И. АРТЮХОВ, д.т.н., профессор (Саратов)

Е.А. АХМЕДОВА, д. арх., профессор

Ю.П. БОЧАРОВ, д. арх., профессор (Москва)

А.Д. ВАСИЛЬЕВ, д.т.н., доцент (Нижний Новгород)

В.В. ВАХНИНА, д.т.н., профессор (Тольятти)

С.Я. ГАЛИЦКОВ, д.т.н., профессор

А.Д. ГЕЛЬФОНД, д. арх., профессор

(Нижний Новгород)

В.П. ГЕНЕРАЛОВ, к. арх., профессор

А.И. ДАНИЛУШКИН, д.т.н., профессор

В.В. ЕЛИСТРАТОВ, д.т.н., профессор

(Санкт-Петербург)

В.Н. ЗЕНЦОВ, д.т.н., профессор (Уфа)

И.В. ЛИПАТОВ, д.т.н., доцент (Нижний Новгород)

Т.В. КАРАКОВА, д. арх., профессор

А.А. КУДИНОВ, д.т.н., профессор

Г.В. МУРАШКИН, д.т.н., профессор

В.Д. НАЗАРОВ, д.т.н., профессор (Уфа)

Н.Д. ПОТИЕНКО, к. арх., доцент

В.А. СЕЛЕЗНЕВ, д.т.н., профессор (Тольятти)

С.В. СТЕПАНОВ, д.т.н., доцент

А.И. ХЛЫСТОВ, 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., профессор

А.БОРОДИНЕЦ, D.Sc., профессор (Рига, Латвия)

Г. РАДОВИЧ, D.Sc. arch., профессор (Подгорица, Черногория)

М.КНЕЗЕВИЧ, D.Sc., профессор (Подгорица, Черногория)

Я. МАТУШКА, PhD, доцент (Пардубице, Чешская Республика)

С. ОГНЕНОВИЧ, PhD, 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:

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. (Nizhny Novgorod)

V.V. VAKHINA, D. Eng., Prof. (Tolyatti)

S.YA. GALITSKOV, D. Eng., Prof.

A.L. GELFOND, D. Arch., Prof.

(Nizhny Novgorod)

V.P. GENERALOV, PhD in Architecture, Prof.

A.I. DANILUSHKIN, D. Eng., Prof.

V.N. ELISTRATOV, D. Eng., Prof.

(Saint Petersburg)

V.N. ZENTSOV, D. Eng., Prof. (Ufa)

I.V. LIPATOV, D. Eng., Ass. Prof. (Nizhny Novgorod)

T.V. KARAKOVA, D. Arch., Prof.

A.A. KUDINOV, D.Eng., Prof.

G.V. MURASHKIN, D. Eng., Prof.

V.D. NAZAROV, D. Eng., Prof. (Ufa)

N.D. POTIENKO, PhD in Architecture, Ass.Prof.

V.A. SELEZNEV, D. Eng., Prof. (Tolyatti)

S.V. STEPANOV, D. Eng., Ass. Prof.

A.I. KHLYSTOV, D. Eng., Prof.

K.L. CHERTES, D. Eng., Prof.

N.G. CHUMACHENKO, D. Eng., Prof.

V.A. SHABANOV, PhD in Engineering, Prof.

D.A. SHLYAKHIN, D.Eng., Prof.

A. BORODINECS, D.Sc., Prof. (Riga, Latvia)

G. RADOVIC, D.Sc. arch., Prof. (Podgorica, Montenegro)

M. KNEZEVIC, D.Sc., Prof. (Podgorica, Montenegro)

J. MATUŠKA, Ph.D., Ass. Prof. (Pardubice, Czech Republic)

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 и в международной базе ERIH (European Reference Index for the Humanities)

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать»: 70570

Научное издание

Редактор Г.Ф. Конопина

Корректор М.В. Веселова

На обложке фото куполов зданий Самары эпохи модерна и эклектики конца XIX – начала XX в.

Подписано в печать 17.09.2018 г. Формат 60x90 1/8. Бумага мелованная.

Печать офсетная. Печ. л. 18,5. Тираж 300 экз. Заказ № 1723.

Адрес редакции: 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 635

Телефоны: (846) 242-36-98

Интернет-сайт: <http://journal.samgasu.ru>

Отпечатано в типографии ООО «КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО»:

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

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА	
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ	
4	Ахмедов А.Д. К расчету мгновенно-жестких шарнирно-стержневых систем с недостающими связями
9	Исаев В.И., Мальцев А.В., Карпов А.А. Совершенствование формы и технологии устройства железобетонных свай для малоэтажного строительства
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ	
15	Погребняк С.А., Колова А.Ф., Пазенко Т.Я. Интенсификация процесса обезвоживания осадка городских сточных вод
20	Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А. Оценка сезонной изменчивости качества воды в поверхностном источнике питьевого водоснабжения
27	Халтурина Т.И., Бобрик А.Г. Интенсификация процесса гальванокоагуляционной обработки сточных вод, содержащих ионы цветных и тяжелых металлов, при рециркуляции части осадка
35	Шувалов М.В. Диалектика совокупности теоретических, методологических и нормативных положений, применяемых для проектирования канализации поселений
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	
46	Бочаров Н.М. Особенности формирования строения сталеалюминиевого композиционного материала
51	Крашенинников М.А. Исследование влияния глиноземистой добавки на спекание легкоплавкой глины методом сечения ДТА-диаграмм
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО	
56	Романов А.А., Евдокимов С.В., Селивёрстов В.А. Изучение процесса кавитационной эрозии на лопастях рабочих колес Жигулевской гидроэлектростанции
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
60	Доладов Ю.И., Добрянин К.Э., Хмылёва О.Ю., Васильчикова З.Ф. Демонтаж здания в черте города
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА	
65	Порошина С.С. Растепление вечномёрзлых грунтов под зданиями в Норильске
71	Шабанов В.А., Хрянина А.А. О влиянии солнечной активности на гидрохимический состав реки Самары
ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	
74	Вальшин Р.М. Первичные основания архитектурной формы
82	Данилова Э.В. Жан-Николя-Луи Дюран: машина архитектуры
89	Самогоров В.А. Архитектурно-планировочное формирование индустриального района города Куйбышева – Безымянка в 1930–1950-е годы
АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
95	Володина Н.Н., Яруков В.Н. Принципы контекстуального подхода и концепция проектирования жилой застройки в исторических кварталах города
102	Генералова Е.М. История развития в России массового жилья секционного типа
108	Иванова Л.И., Литвинов Д.В. Феномен ар-нуво: к типологии декоративных элементов в архитектуре самарского модерна
114	Каракова Т.В. Средовые проблемы мегаполиса
117	Рыбакова Д.С., Федотов А.С. Роль контекста при реабилитации городских территорий, нарушенных промышленной деятельностью
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	
122	Котенко И.А. Своеобразие форм куполов архитектуры модерна и эклектики Самары начала XX века
130	Лекарева Н.А., Заславская А.Ю. Новое значение городских публичных пространств
135	Филанова Т.В., Павлова Ю.С. Эволюция жилых элементов и общественных пространств внешней жилой среды в Самаре
ЭНЕРГЕТИКА	
ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА	
142	Баландина О.А. Смещение струи углекислого газа со сносящим дозвуковым потоком воздуха
146	ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ



А.Д. АХМЕДОВ

К РАСЧЕТУ МГНОВЕННО-ЖЕСТКИХ ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ С НЕДОСТАЮЩИМИ СВЯЗЯМИ

CALCULATION OF INSTANT-RIGID HINGED-ROD SYSTEMS WITH MISSING LINKS

Рассматривается задача определения усилий и перемещений в пространственной шарнирно-стержневой системе с недостающими (до геометрически неизменяемой) связями при статическом нагружении. Уравнения равновесия и геометрические соотношения записываются в матричном виде. Расчетные уравнения не линейны. Для решения уравнений предлагается общий прием, не связанный с допущениями относительно структуры системы или характера нагрузки, основанный на том, что перемещения, полученные решением линейной части уравнений, удастся существенно уточнить, интерпретируя нелинейные слагаемые как нагрузку, при действии которой система может рассматриваться как линейная.

Ключевые слова: шарнирно-стержневая система, граф, матрица инцидентности, линейная зависимость, мгновенно-жесткие системы, начальное и деформированное состояние, ортогональность, уравновешенная и неуравновешенная нагрузка

Рассматривается задача распределения усилий и перемещений, возникающих в пространственной шарнирно-стержневой системе с недостающими (до геометрически неизменяемой) связями при изменении действующей нагрузки. Перемещения отсчитываются от некоторого устойчивого равновесного состояния, называемого начальным, которое считается заданным, если известна нагрузка и соответствующие ей конфигурация системы и усилия в ее элементах (стержнях). За начальное может быть принято любое равновесное состояние: состояние предварительного напряжения, загрузка постоянной нагрузкой или одно из предельных состояний. Предполагается, что

The problem of determination of forces and displacements in a spatial hinged-rod system with missing (up to geometrically unchangeable) links under static loading is considered. Equilibrium equations and geometric relations are written in a matrix form. The calculated equations are not linear. To solve the equations we propose a general technique that is not related to assumptions about the structure of the system or the nature of the load based on the fact that the displacements obtained by solving a linear part of the equations can be substantially refined by interpreting the nonlinear terms as a load under the action of which the system can be regarded as linear.

Keywords: hinged-rod system, graph, incidence matrix, linear dependence, instant-rigid systems, initial and deformed states, orthogonality, balanced and unbalanced load

относительная деформация стержней мала по сравнению с единицей, а для материала стержней справедлива линейная зависимость между напряжениями и деформациями. Эти положения с достаточной степенью точности отражают характер работы материалов, применяемых в вантовых конструкциях.

Все дальнейшие рассуждения приводятся к пространственной шарнирно-стержневой системе, которая представляет собой систему материальных точек (шарнирных узлов), соединенных между собой линейно-упругими связями (стержнями).

Пусть для определенности система состоит из m -узлов, m_0 -опорных узлов (прикрепленных к неко-

тому неподвижному, недеформируемому телу) и S-стержней.

Для того чтобы задать шарнирно-стержневую систему, необходимо прежде всего сообщить информацию об инцидентности ее узлов и стержней. Информация о характере связей отражает топологическую структуру системы. Наглядным способом описания структуры системы является граф [1]. Матрицей инцидентности этого графа называется прямоугольная таблица A , элементы которой a_{ij} определяются по графу следующим образом:

- если U_j – дуга, исходящая из вершины P_j то $a_{ij} = -1$;
- если U_j – дуга, входящая в вершину P_j то $a_{ij} = 1$;
- если U_j, P_i – не инцидентны, то $a_{ij} = 0$.

Матрица инцидентности однозначно определяет граф с пронумерованными вершинами и ребрами, а следовательно, и структуру системы.

Пусть известна некоторая конфигурация, в которой система находится в равновесии под действием заданных узловых сил. Система уравнений равновесия, выражающих равенство суммы проекций усилий в стержнях и узловой нагрузки на оси декартовых координат, может быть записана в матричном виде

$$CX_i = F, \tag{1}$$

где X_i – вектор погонных усилий,

$$X_i = \frac{N_i}{l_i},$$

здесь N_i, l_i – соответственно усилие и длина i -го стержня; $F(F_i^k)$ – вектор узловых нагрузок (k -й блок вектора образован проекциями сил, приложенных в узлах $1, 2, \dots, m$ на k -ю ось координат).

Матрица коэффициентов уравнений (1) также является блочной. Для пространственной системы $k = 1, 2, 3$ и матрица C имеет вид:

$$C = \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix}$$

Общее число строк C обозначим q . Для систем с недостающими связями $q > S$. Задание матрицы инцидентности графа, отражающего структуру системы, позволяет формализовать вычисления коэффициентов матрицы C :

$$C_{ij}^k = a_{ij} \sum_{e=1}^{m_0} a_{ej} Z_e^k \tag{2}$$

$$(i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, S; k = 1, 2, 3).$$

Переходя к рассмотрению деформированного состояния системы, получим уравнение

$$\Delta CX + \Delta CX + \Delta CX = \Delta F, \tag{3}$$

где Δ – приращение соответствующих величин.

Матрица ΔC размером qxS учитывает изменение начальной конфигурации и аналогично C является

блочной. Обозначая составляющие перемещения i -го узла по k -й оси координат U_i^k , можно записать

$$\Delta C_{ij}^k = a_{ij} \sum_{e=1}^{m_0} a_{ej} U_i^k \tag{4}$$

$$(i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, S; k = 1, 2, 3).$$

Линейность элементов ΔC относительно перемещений позволяет преобразовать второе слагаемое (3) к виду:

$$\Delta CX = BU, \tag{5}$$

в котором $U(U_i^k)$ – блочный вектор перемещений, а матрица B является квазидиагональной, состоящей из трех одинаковых блоков, элементы которых определяются линейными комбинациями погонных усилий:

$$l_{it} = \sum_{j=1}^S a_{ij} a_{jt} X_j \tag{6}$$

$$(i, t = 1, \dots, m).$$

Подстановка (5) в (3) приводит к уравнению равновесия:

$$C\Delta X + BU + \Delta C\Delta X = \Delta F, \tag{7}$$

в котором два первых слагаемых линейны относительно неизвестных приращений усилий ΔX и перемещений U .

Для вывода зависимостей, описывающих геометрическую сторону задачи, рассмотрим деформацию отдельного стержня. Для высокопрочных материалов с учетом пониженного модуля упругости относительная деформация $\varepsilon \leq 0,03$ позволяет применять известную формулу

$$\varepsilon = \varepsilon_\tau + \frac{1}{2} \gamma^2, \tag{8}$$

где ε_τ – проекция ε на направление стержня; γ – угол поворота стержня в процессе деформации с учетом принятой линейной зависимости между напряжениями и деформациями.

Применяя введенные выше матрицы, приходим к выражению для определения погонных усилий

$$\Delta X = G(C^t U + \frac{1}{2} \Delta C^t U), \tag{9}$$

где G – диагональная матрица, характеризующая жесткость стержней системы; $q_i = \left(\frac{EA}{e^3}\right)$ – жесткость на растяжение (сжатие) i -го стержня, символ « $'$ » обозначает транспонирование матрицы.

Уравнение равновесия (7) и соотношение упругости (9) составляют расчетную систему $q+S$ нелинейных алгебраических уравнений относительно $q+S$ неизвестных компонент векторов U и ΔX .

Решение расчетных уравнений является итерационным процессом, основанным на совместном использовании шагового и вариационного методов. На каждой итерации определение неизвестных проводится в два этапа, на каждом из которых принима-

ются некоторые допущения, позволяющие считать систему линейно-деформируемой. Представим векторы U и ΔX в виде суммы их составляющих на двух этапах:

$$U = U_1 + U_2; \Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2. \quad (10)$$

На первом этапе расчета используется основное положение метода многоступенчатого нагружения, согласно которому к системе прикладывается лишь некоторая часть нагрузки, определяемая умножением всей нагрузки на величину шага α ($\alpha \ll 1$):

$$\Delta F_1 = \alpha \Delta F, \quad (11)$$

Предполагаемая малость перемещений, вызванных малым приращением нагрузки, позволяет ограничиться решением линейной системы:

$$C \Delta X_1 + B U_1 = \alpha \Delta F, \quad (12)$$

$$C^{-1} \Delta X_1 - C^{U_1} = 0, \quad (13)$$

к которым сводятся уравнения (7) и (9) при пренебрежении величиной нелинейных слагаемых. Вследствие линейности задачи, решения (12) и (13) получаются с точностью до множителя α :

$$U_1 = \alpha \bar{U}_1; \Delta X_1 = \alpha \Delta \bar{X}_1, \quad (14)$$

где \bar{U}_1 и $\Delta \bar{X}_1$ — решение тех же уравнений при $\alpha=1$.

При построении алгоритма для расчета как изменяемых, так и мгновенно-жестких систем [3] необходимо рассмотреть возможность решения уравнений при вырожденности матрицы C . Всякую матрицу [2, 3, 7] можно представить в виде произведения

$$C = C_r R, \quad (15)$$

где C_r — матрица размером $q \times r$, образованная r линейно-независимыми столбцами матрицы C ; R — прямоугольная матрица размером $r \times S$.

Подстановка (15) в выражения (12) и (13) приводит к уравнениям:

$$C_r \Delta \bar{X}_{1r} + B U_1 = \Delta F, \quad (16)$$

$$(RGR')^{-1} \Delta \bar{X}_{1r} - C_r' U_1 = 0, \quad (17)$$

в которых

$$\Delta \bar{X}_{1r} = R \Delta \bar{X}_1, \quad (18)$$

система $q+r$ уравнений (16) и (17) подстановкой

$$U_1 = B^{-1} (\Delta F - C_r \Delta \bar{X}_{1r}) \quad (19)$$

сводится к системе уравнений порядка r относительно неизвестных компонент вектора $\Delta \bar{X}_{1r}$:

$$[C_r' B^{-1} C_r + (RGR')] \Delta \bar{X}_{1r} = C_r' B^{-1} \Delta F. \quad (20)$$

Из анализа блочной структуры матриц C и B следует возможность представления:

$$C_r' B^{-1} C_r = \sum_{k=1}^3 C_{rk}' B_k^{-1} C_{rk}, \quad (21)$$

$$C_r' B^{-1} \Delta F = \sum_{k=1}^3 C_{rk}' B_k^{-1} \Delta F_k, \quad (22)$$

в которых индексом k отмечены блоки соответствующих матриц и векторов. Применение зависимостей (21) и (22) существенно ограничивает объем матриц, используемых при решении задачи. Вычислением $\Delta \bar{X}_{1r} = \bar{G} C' U_1$ заканчивается первый этап итерации.

Задачей второго этапа расчета является уточнение зависимости между перемещениями и усилиями за счет учета нелинейного слагаемого в выражении (9), тогда как уравнения равновесия по-прежнему принимаются в линеаризованном виде (12).

Использование представления векторов U и ΔX в виде суммы их составляющих позволяет с учетом решения первого этапа и тождества

$$\Delta C_1' U_2 = \Delta C_2' U_1, \quad (23)$$

вытекающего из построения матриц ΔC , получить уравнение для определения перемещений U_2 :

$$CG(C' + \alpha \Delta \bar{C}_1) U_2 + \frac{1}{2} CG \Delta \bar{C}_2 U_2 + B U_2 = -\frac{1}{2} \alpha^2 CG \Delta \bar{C}_1 \bar{U}_1. \quad (24)$$

Правую часть уравнения (24) можно рассматривать как нагрузку, приложенную к системе на втором этапе деформации, а определение перемещений U_2 — как расчет системы под действием этой нагрузки.

Однако определить перемещения из уравнения (24) не представляется возможным, так как неопределенный множитель α входит в разных степенях и в коэффициенты при неизвестных, и в свободный член уравнения. Перемещение второго этапа отсчитывается от некоторого положения, определяемого с точностью до α , а величина приложенной нагрузки к системе зависит от α^2 . Решение становится возможным, если ограничиться вычислением перемещений, вызывающих одинаковую деформацию стержней, независимо от какого состояния, начального или деформированного, они отсчитаны.

Приравнивание соответствующих деформаций, точнее их линейных по отношению к перемещениям частей, приводит к условию

$$\Delta C_1'^{U_2} = (C' + \alpha \Delta \bar{C}_1') U_2, \quad (25)$$

из которого следует возможность определения U_2 :

$$\Delta \bar{C}_1'^{U_2} U_2 = 0. \quad (26)$$

Выражение (26) является системой линейных уравнений относительно компонент U_2 . Матрица $\Delta\bar{C}'_1$ определяется перемещениями \bar{U}_1 имеет размерность $S \times q$. Вследствие условия $S < q$ фундаментальное решение уравнения (26) может быть представлено в виде

$$U_2 = D\eta. \quad (27)$$

Матрица D ортогональна матрице $\Delta C'_1$, η -произвольный вектор.

Условие ортогональности

$$D' \Delta\bar{C}'_1 = \Delta\bar{C}'_1 D = 0 \quad (28)$$

позволяет построить матрицу D .

Таким образом, принятие перемещений в форме (27) можно трактовать как введение некоторых дополнительных связей, вынуждающих систему деформироваться без существенного изменения углов поворота стержней, определенных на первом этапе расчета.

Равновесный характер нагрузки [4, 5] второго этапа позволяет пренебречь вторым и третьим слагаемыми в уравнении (24), учитывающими влияние перемещений на начальную конфигурацию системы. Все вышесказанное приводит к существенному упрощению уравнения (24):

$$CGC'U_2 = \frac{1}{2}\alpha^2 CG\Delta\bar{C}'_1\bar{U}_1. \quad (29)$$

Уравнение (29) не может быть решено точно, так как решение U_2 принадлежит подпространству, определяемому столбцами матрицы D , размерность которого не должна превышать ранга C_2 . Поэтому под решением (29) понимается обобщенное решение переопределенной системы, получаемой умножением (29) слева на матрицу D' :

$$\eta = (D'CGC'D)^{-1}(-\frac{1}{2}\alpha^2 CGD'\Delta\bar{C}'_1\bar{U}_1). \quad (30)$$

Для того чтобы ранг D не превышал ранга $\Delta\bar{C}'_1$, матрицу D следует строить путем ортогонализации столбцов C_r столбцам ΔC_1 .

Второй этап расчета заканчивается вычислением перемещений и приращений усилий с точностью до множителя α^2 .

$$U_2 = \alpha^2 D\bar{\eta}; \Delta X_2 = \alpha^2 C'D\bar{\eta}, \quad (31)$$

где $\bar{\eta}$ – решение (30) при $\alpha=1$.

Для вычисления множителя α применяется вариационный подход, в соответствии с которым составляется уравнение равенства нулю суммарной работы погрешностей уравнения (7), трактуемых как реакции поставленных в узлах связей на соответствующих перемещениях. Такими перемещениями являются перемещения U_1 , так как перемещения U_2

не связаны с существенным изменением начальной конфигурации системы. Умножая исходное нелинейное уравнение (7) на \bar{U}'_1 , приходим к кубическому относительно α уравнению

$$\rho_1\alpha + \rho_2\alpha^2 + \rho_3\alpha^3 = \rho_1, \quad (32)$$

в котором $\rho_1=1$, а коэффициенты ρ_2 и ρ_3 являются безразмерными величинами, вычисляемыми по формулам:

$$\rho_2 = \frac{\bar{U}'_1(\Delta\bar{C}'\bar{X}_1 + C\Delta X_2)}{\bar{U}'_1\Delta F}, \quad (33)$$

$$\rho_3 = \frac{\bar{U}'_1(\Delta\bar{C}'X_2)}{\bar{U}'_1\Delta F}. \quad (34)$$

Значения всех матриц и векторов, входящих в (33) и (34), определены на предыдущих этапах расчета.

Определение действительного корня уравнения (32) позволяет вычислить перемещение

$$U = \alpha(\bar{U}_1 + \alpha U_2). \quad (35)$$

О степени точности решения можно судить по величине неуравновешенной нагрузки ΔF [4], вычисляемой подстановкой перемещений (35) в правую часть выражения

$$\Delta\bar{F} = (CGC' + B + \Delta CGC' + \frac{1}{2}CG\Delta C' + \frac{1}{2}CG\Delta C')U - \Delta F, \quad (36)$$

полученного подстановкой зависимости (9) в уравнение равновесия (7).

В случае недостаточной точности решения весь процесс повторяется, причем исходная конфигурация и нагрузка на каждой итерации с номером $t+1$ определяются по рекуррентным формулам:

$$Z^{(t+1)} = Z^{(t)} + U^{(t)}; \Delta F^{(t+1)} = -\Delta\bar{F}^{(t)}. \quad (37)$$

Критерием окончания расчета является величина нормы вектора $\Delta\bar{F}$.

Вывод. Выполненные расчеты свидетельствуют, что предложенный итерационный процесс сходится в широкой области параметров системы, причем сходимости имеет квадратичный характер, вследствие чего для получения решения с необходимой для практических расчетов степенью точности достаточно одной или двух итераций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зыков А.А. Основы теории графов. М.: Вузовская книга, 2004. 664 с.
2. Гантмахер Ф.П. Теория матриц. М.: Наука, 2002. 572 с.
3. Рабинович И.М. Мгновенно-жесткие системы, их свойства и основы расчета. Висячие покрытия. М., 1962. 247 с.

4. Беллман Р. Введение в теорию матриц. М.: Наука, 2005. 368 с.

5. Ахмедов А.Д., Шляхин Д.А. Исследование напряженно-деформированного состояния вантово-стержневых систем купольного типа // Современные проблемы совершенствования и развития металлических, деревянных, пластмассовых конструкций в строительстве и на транспорте: сб. научных трудов. Самара, 2002. 259 с.

6. Ахмедов А.Д. К вопросу экспериментально-теоретического исследования вантово-стержневых систем купольного типа // Материалы международной научно-технической конференции. Самара, 2002. 100 с.

7. Ахмедов А.Д. К расчету опорного контура радиально-вантовой двухпоясной системы // Альманах современной науки и образования. 2014. № 5–6 (84). С.27–35.

8. Ахмедов А.Д. Достаточные условия устойчивости равновесия мгновенно-жестких шарнирно-стержневых систем // Инженерный вестник Дона. 2014. № 4. С. 27–35.

9. Akhmedov A.D., Litikov A.P. Pd. Italian Scitnce Review // Published monthly. Issus 5 (14) May 2014. P. 97–101.

Об авторе:

АХМЕДОВ Акрамджон Давлатович
доцент кафедры строительной механики
и сопротивления материалов
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

AKHMEDOV Akramdzhon D.
Associate Professor of the Structural Mechanics and Materials
Resistance Chair Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

Для цитирования: Ахмедов А.Д. К расчету мгновенно-жестких шарнирно-стержневых систем с недостающими связями // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, №2. С. 4-8. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.1.

For citation: Akhmedov A.D. Calculation of Instant-Rigid Hinged-Rod Systems with Missing Links // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 4-8. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.1.

В.И. ИСАЕВ
А.В. МАЛЬЦЕВ
А.А. КАРПОВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМЫ И ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**PERFECTION OF THE FORM AND TECHNOLOGY OF THE REINFORCED
 CONCRETE PILES DESIGN FOR LOW-RISE CONSTRUCTION**

Представлены результаты расчетно-аналитического исследования несущей способности различных вариантов коротких свай, используемых в малоэтажном строительстве. Актуальность темы работы определена текущим положением в отрасли индивидуального домостроения. Рассмотрены наиболее распространенные свайные фундаменты в данном направлении строительства. Предложены два альтернативных варианта конструкций и технологии устройства свай. Произведен сравнительный анализ несущей способности предложенных авторами свай с наиболее распространенными вариантами. Материалы публикации отражают эффективность предложенных вариантов конструкций и предполагают продолжение исследовательской работы в этом направлении.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, короткая свая, эффективный фундамент, пирамидально-призматическая свая, буротрамбованная свая с уширением, сравнительный анализ

Развитие малоэтажного строительства в нашей стране в последние годы резко набирает обороты. Осуществляется районная застройка многоквартирными трех-пятиэтажными домами, застраиваются коттеджные поселки, большой интерес у городских жителей вызывает частное домостроение [1]. В связи с этим становится актуальной задача по повышению производительности работ в данном направлении. Одним из способов повышения продуктивности в малоэтажном строительстве, по мнению авторов, было бы внедрение новых эффективных конструкций фундаментов. Так, если затраты на устройство нулевого цикла для многоэтажного гражданского здания в зависимости от сложности геологических условий может составлять 5–20 %, то для малоэтажного строительства эта цифра достигает 15–30 % [2]. В своем стремлении сэкономить на данном этапе застройки все чаще обращаются к свайным фундаментам. Применяются различные типы свай как по своей конструкции, так и по способу устройства. В настоящее время в практике жилищного строительства широкое применение нашли короткие, длиной

The results of a computational and analytical study of the carrying capacity of various variants of short piles used in low-rise construction are presented. The relevance of the topic of work is determined by the current situation in the field of individual housing construction. The most common pile foundations in this direction of construction are considered. Two alternative designs and technologies for piling are proposed. A comparative analysis of the bearing capacity of the piles proposed by the authors with the most common variants is made. The materials of the publication reflect the effectiveness of the proposed designs and suggest continuation of research in this direction.

Keywords: low-rise construction, short pile, effective foundation, pyramidal-prismatic pile, drill-tamped pile with broadening, comparative analysis

3–4 м, винтовые сваи, буронабивные сваи, забивные сваи – призматические и реже пирамидальные.

В данной работе авторами предложены варианты совершенствования конструкций свай, а также сравнительная оценка несущей способности коротких свай различного типа в трех разновидностях грунтов.

У каждого из приведенного вида свай можно отметить определенные преимущества и недостатки. Так, например, фундамент из винтовых свай за счет своей дешевизны и простоты изготовления широко применяется в частном строительстве легких домов из дерева (бревна, бруса, sip-панелей, каркасных домов и т. д.). В связи с тем, что дома такого типа зачастую обладают невысокой пространственной жесткостью, имеет место передача на фундамент горизонтальных нагрузок. Из-за неразвитой боковой поверхности винтовых свай, находящихся к тому же в разрыхленном лопастями грунте, у фундамента появляются горизонтальные подвижки. Даже при наличии хорошей обвязки свай в домах, построенных на фундаментах такого типа,

жить некомфортно, ввиду появления подвижности конструктива здания. Также стоит отметить их низкую несущую способность и подверженность коррозии [3].

У буронабивных свай можно отметить невысокую несущую способность и наличие остатков рыхлого грунта в забое скважины, многодельность, мокрый процесс, сложность проведения контроля качества ствола сваи, сезонное удорожание при прогреве бетона.

При применении забивных призматических свай к недостаткам следует отнести разрыхление грунта в начале погружения на глубину одного-двух диаметров по периметру сваи, образование зазора между сваей и грунтом в верхней трети при погружении.

Недостаток пирамидальных свай заключается в том, что за счет наклона граней сваи подвержены выталкивающим силам морозного пучения, набухания грунтов [4]. Кроме того, имеются трудности крепления пирамидальной сваи к забивной установке.

Авторами предлагается ряд способов по совершенствованию формы и технологии устройства коротких свай. Одним из наиболее эффективных типов конструкции свайного фундамента для индивидуального жилого дома является буротрамбованная свая с уширением. На рис. 1 представлена последовательность устройства буротрамбованной

сваи. Преимущество предложенной технологии заключается в следующем:

- в результате пробивки скважин образуются зоны уплотненного грунта с повышенными значениями прочностных и деформационных характеристик;
- в процессе втрамбовывания в забой пробитой скважины щебня или жесткой бетонной смеси образуется уширение диаметром, превышающим диаметр сваи в 1,5–2 раза;
- передача нагрузки от свай на грунт основания как по их подошве, так и по боковой поверхности происходит вначале на более прочный, а затем менее прочный грунтовый материал при одновременном последовательном увеличении площади взаимодействия более прочного материала с менее прочным [5];
- применение обсадной трубы исключает необходимость в агрегате с направляющей для трамбовочного снаряда штанги. При этом соотношение диаметров скважины, обсадной трубы и трамбовки можно принять как 450:425:375 мм. Высота трамбовки подбирается по заданному весу. Применение пробивки скважины на глубину более трех диаметров приближает несущую способность набивной сваи к забивной.

Следующим эффективным типом конструкции свайного фундамента в малоэтажном строительстве,

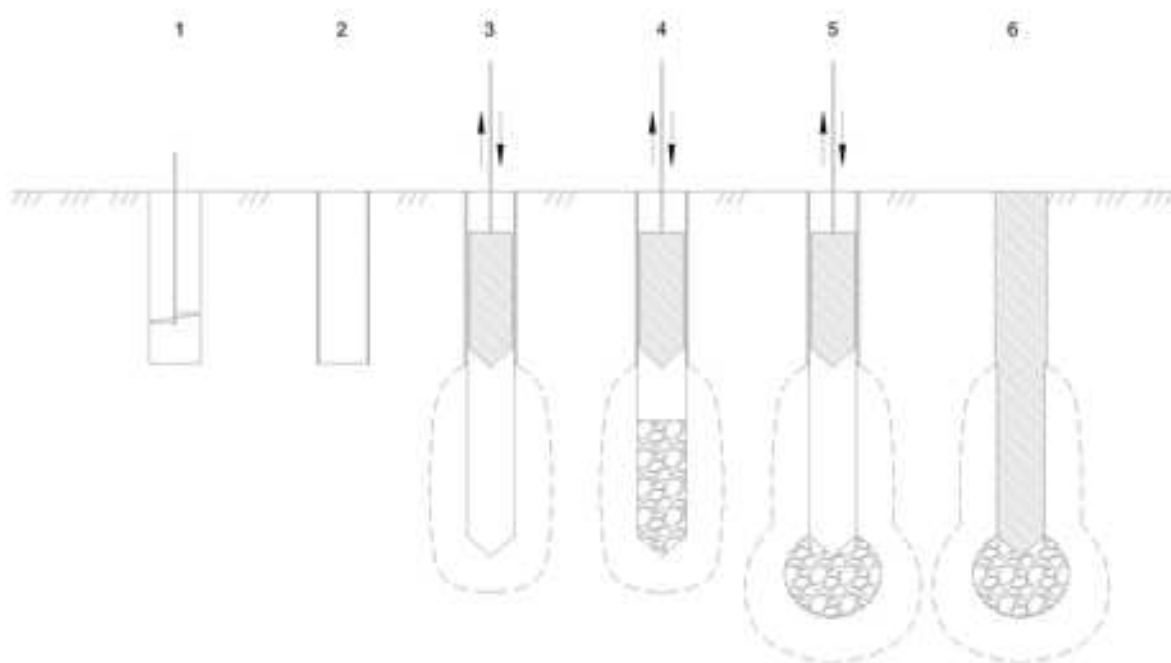


Рис. 1. Технологическая схема устройства буротрамбованной сваи с уширением:
1 – бурение скважины; 2 – установка обсадной трубы;
3 – пробивка скважины на глубину трех диаметров сваи;
4, 5 – устройство уширения путем утрамбовки крупнообломочного грунта или жесткой бетонной смеси; 6 – устройство тела сваи

на взгляд авторов, является применение забивной пирамидально-призматической сваи. Конструкция сваи представляет собой комбинирование призматической сваи в нижней части и пирамидальной – в верхней. Предложенный вариант конструкции позволяет:

- повысить несущую способность сваи за счет наклонных граней и более развитой боковой поверхности. Увеличение несущей способности сваи с уширением в верхней части происходит в результате как уплотнения грунта при ее забивке, так и из-за специфики взаимодействия сваи и грунта под нагрузкой, такие конструкции свай при погружении уплотняют грунт в пределах зоны уплотнения, что особенно эффективно в макропористых грунтах. Таким образом, от характеристик зоны уплотнения в значительной степени зависит несущая способность свай с уширением наверху. Несущая способность таких конструкций возрастает не только за счет увеличения площади у оголовка, но и за счет изменения условий работы грунта по боковой поверхности сваи и силы трения, которая реализуется в большей мере [6]. По данным, полученным экспериментальным и расчетным способами [7, 8], подобного рода уширение дает прирост несущей способности в 1,5–2 раза, в зависимости от размера оголовка;

- устранить возможность выпора сваи силами морозного пучения за счет заземления призматиче-

ской части в талом грунте, что позволяет применять эту конструкцию выше глубины сезонного промерзания грунтов;

- облегчить процесс погружения сваи за счет того, что свая устанавливается в заранее пробуренную скважину и уже из этого положения забивается. Предложенная технология позволит решить проблему с фиксацией пирамидальной части сваи в вертикальном положении [9].

На рис. 2 представлена последовательность возведения пирамидально-призматической сваи.

Ниже представлена сравнительная оценка различных конструкций свай в трех грунтовых условиях – суглинок полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенций. Произведен расчет несущей способности свай по грунту, найдено количество затрачиваемого материала. Для определения эффективности применяемого типа фундамента было осуществлено сравнение такого параметра, как удельная несущая способность сваи, рассчитанного по формуле

$$F_{y0} = F_d / V,$$

где F_{y0} – удельная несущая способность, кН/м³;

F_d – несущая способность сваи, кН;

V – объем сваи, м³.

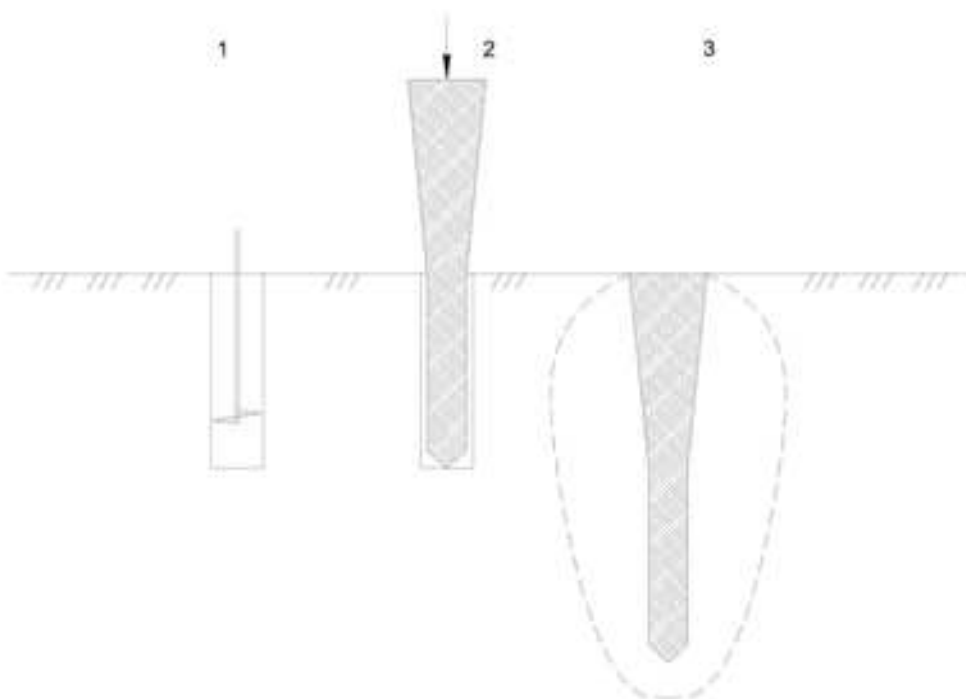


Рис. 2. Технологическая схема устройства пирамидально-призматической сваи:
1 – бурение скважины на глубину, соответствующую длине призматической части сваи;
2 – установка сваи в скважину;
3 – забивка сваи

Расчет несущей способности свай выполнен по известным формулам в соответствии рекомендациями СП 24.13330.2011. «Определение» несущей способности буротрамбованной части осуществлялось по формуле

$$F_d = F_{dR} + F_{df1} + F_{df2'}$$

где F_{dR} – несущая способность основания под нижним концом сваи, кН;

F_{df1} – несущая способность грунта вдоль боковой поверхности сваи на пробуренном участке, кН;

$F_{df2'}$ – несущая способность грунта вдоль боковой поверхности сваи на пробитом участке, кН.

Для расчета несущей способности пирамидально-призматической сваи предложена следующая формула:

$$F_d = F_{dR} + F_{df1} + F_{df2'}$$

где F_{dR} – несущая способность основания под нижним концом сваи, кН;

F_{df1} – несущая способность грунта вдоль боковой поверхности сваи на призматическом участке, кН;

$F_{df2'}$ – несущая способность грунта вдоль боковой поверхности сваи на пирамидальном участке с уклоном боковых граней $i_p > 0,025$ д.ед., кН.

В табл. 1 представлены результаты определения несущей способности различных типов коротких свай, в том числе предложенных авторами. Таблица составлена для трех типов грунтовых условий.

Таблица 1

Сравнительные характеристики свай различных конструкций

Буроабивная	Винтовая	Призматическая	Пирамидальная	Буротрамбованная	Буротрамбованная с уширением	Пирамидально-призматическая
1	2	3	4	5	6	7
Суглинок полутвердый, $I_L=0,2$ д.ед., $c=16,7$ кПа, $\varphi=20$ град., $E=17$ МПа						
$d=300$ мм $F_d=99$ кН $V=0,213$ м ³ $F_{ya}=465$ кН/м ³	$d_1=168$ мм $d_2=300$ мм $F_d=74$ кН	$b=200$ мм $F_d=214$ кН $V=0,12$ м ³ $F_{ya}=1783$ кН/м ³	$b_1/b_2=400/100$ мм $F_d=1234$ кН $V=0,21$ м ³ $F_{ya}=5876$ кН/м ³	$d_1/d_2=$ $=400/350$ мм $F_d=406$ кН $V=0,33$ м ³ $F_{ya}=1230$ кН/м ³	$d_1/d_2/d_3=$ $=400/350/700$ мм $F_d=1258$ кН $V=0,51$ м ³ $F_{ya}=2467$ кН/м ³	$b_1/b_2=$ $=400/200$ мм $F_d=792$ кН $V=0,23$ м ³ $F_{ya}=3443$ кН/м ³
$d=400$ мм $F_d=148$ $V=0,378$ м ³ $F_{ya}=392$ кН/м ³	$d_1=168$ мм $d_2=400$ мм $F_d=96$ кН	$b=300$ мм $F_d=411$ кН $V=0,27$ м ³ $F_{ya}=1522$ кН/м ³	$b_1/b_2=500/100$ мм $F_d=1483$ кН $V=0,31$ м ³ $F_{ya}=4784$ кН/м ³	$d_1/d_2=$ $=500/450$ мм $F_d=626$ кН $V=0,533$ м ³ $F_{ya}=1174$ кН/м ³	$d_1/d_2/d_3=$ $=500/450/900$ мм $F_d=2069$ кН $V=0,92$ м ³ $F_{ya}=2248$ кН/м ³	$b_1/b_2=$ $=500/200$ мм $F_d=965$ кН $V=0,26$ м ³ $F_{ya}=3784$ кН/м ³
$d=500$ мм $F_d=205$ $V=0,588$ м ³ $F_{ya}=349$ кН/м ³	$d_1=168$ мм $d_2=500$ мм $F_d=124$ кН	$b=400$ мм $F_d=668$ кН $V=0,48$ м ³ $F_{ya}=1392$ кН/м ³	$b_1/b_2=600/100$ мм $F_d=1748$ кН $V=0,43$ м ³ $F_{ya}=4065$ кН/м ³	$d_1/d_2=$ $=600/550$ мм $F_d=908$ кН $V=0,780$ м ³ $F_{ya}=1505$ кН/м ³	$d_1/d_2/d_3=$ $=600/550/1100$ мм $F_d=3047$ кН $V=1,48$ м ³ $F_{ya}=2058$ кН/м ³	$b_1/b_2=$ $=600/200$ мм $F_d=1121$ кН $V=0,32$ м ³ $F_{ya}=3503$ кН/м ³
Суглинок тугопластичный, $I_L=0,4$ д.ед., $c=15,3$ кПа, $\varphi=18$ град., $E=14$ МПа						
$d=300$ мм $F_d=52$ кН $V=0,213$ м ³ $F_{ya}=244$ кН/м ³	$d_1=168$ мм $d_2=300$ мм $F_d=44$ кН	$b=200$ мм $F_d=92$ кН $V=0,12$ м ³ $F_{ya}=767$ кН/м ³	$b_1/b_2=400/100$ мм $F_d=880$ кН $V=0,21$ м ³ $F_{ya}=4190$ кН/м ³	$d_1/d_2=$ $=400/350$ мм $F_d=169$ кН $V=0,33$ м ³ $F_{ya}=512$ кН/м ³	$d_1/d_2/d_3=$ $=400/350$ мм $F_d=510$ кН $V=0,51$ м ³ $F_{ya}=1000$ кН/м ³	$b_1/b_2=$ $=400/200$ мм $F_d=520$ кН $V=0,23$ м ³ $F_{ya}=2261$ кН/м ³
$d=400$ мм $F_d=79$ кН $V=0,378$ м ³ $F_{ya}=209$ кН/м ³	$d_1=168$ мм $d_2=400$ мм $F_d=62$ кН	$b=300$ мм $F_d=175$ кН $V=0,27$ м ³ $F_{ya}=648$ кН/м ³	$b_1/b_2=500/100$ мм $F_d=1061$ кН $V=0,31$ м ³ $F_{ya}=3423$ кН/м ³	$d_1/d_2=$ $=500/450$ мм $F_d=259$ кН $V=0,533$ м ³ $F_{ya}=486$ кН/м ³	$d_1/d_2/d_3=$ $=500/450$ мм $F_d=836$ кН $V=0,92$ м ³ $F_{ya}=909$ кН/м ³	$b_1/b_2=$ $=500/200$ мм $F_d=647$ кН $V=0,26$ м ³ $F_{ya}=2488$ кН/м ³

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
d=500 мм F _d =112 кН V=0,588 м ³ F _{ya} =191 кН/м ³	d ₁ =168 мм d ₂ =500 мм F _d =88 кН	b=400 мм F _d =281 кН V=0,48 м ³ F _{ya} =585 кН/м ³	b ₁ /b ₂ =600/100 мм F _d =1255 кН V=0,43 м ³ F _{ya} =2919 кН/м ³	d ₁ /d ₂ = =600/550 мм F _d =366 кН V=0,780 м ³ F _{ya} =469 кН/м ³	d ₁ /d ₂ /d ₃ = =600/550 мм F _d =1222 кН V=1,48 м ³ F _{ya} =826 кН/м ³	b ₁ /b ₂ = =600/200 мм F _d =760 кН V=0,32 м ³ F _{ya} =2376 кН/м ³
Суглинок мягкопластичный, I _L =0,6 д.ед., c=13,3 кПа, φ=16 град., E=12 МПа						
d=300 мм F _d =38 кН V=0,213 м ³ F _{ya} =178 кН/м ³	d ₁ =168 мм d ₂ =300 мм F _d =30 кН	b=200 мм F _d =49 кН V=0,12 м ³ F _{ya} =408 кН/м ³	b ₁ /b ₂ =400/100 мм F _d =619 кН V=0,21 м ³ F _{ya} =2948 кН/м ³	d ₁ /d ₂ = =400/350 мм F _d =89 кН V=0,33 м ³ F _{ya} =270 кН/м ³	d ₁ /d ₂ /d ₃ = =400/350 мм F _d =260 кН V=0,51 м ³ F _{ya} =510 кН/м ³	b ₁ /b ₂ = =400/200 мм F _d =349 кН V=0,23 м ³ F _{ya} =1517 кН/м ³
d=400 мм F _d =58 кН V=0,378 м ³ F _{ya} =153 кН/м ³	d ₁ =168 мм d ₂ =400 мм F _d =46 кН	b=300 мм F _d =90 кН V=0,27 м ³ F _{ya} =333 кН/м ³	b ₁ /b ₂ =500/100 мм F _d =748 кН V=0,31 м ³ F _{ya} =2413 кН/м ³	d ₁ /d ₂ = =500/450 мм F _d =135 кН V=0,533 м ³ F _{ya} =253 кН/м ³	d ₁ /d ₂ /d ₃ = =500/450 мм F _d =423 кН V=0,92 м ³ F _{ya} =460 кН/м ³	b ₁ /b ₂ = =500/200 мм F _d =440 кН V=0,26 м ³ F _{ya} =1692 кН/м ³
d=500 мм F _d =83 кН V=0,588 м ³ F _{ya} =141 кН/м ³	d ₁ =168 мм d ₂ =500 мм F _d =64 кН	b=400 мм F _d =145 кН V=0,48 м ³ F _{ya} =302 кН/м ³	b ₁ /b ₂ =600/100 мм F _d =887 кН V=0,43 м ³ F _{ya} =2063 кН/м ³	d ₁ /d ₂ = =600/550 мм F _d =190 кН V=0,780 м ³ F _{ya} =243 кН/м ³	d ₁ /d ₂ /d ₃ = =600/550 мм F _d =619 кН V=1,48 м ³ F _{ya} =418 кН/м ³	b ₁ /b ₂ = =600/200 мм F _d =522 кН V=0,32 м ³ F _{ya} =1631 кН/м ³

Для визуализации сравнительной оценки рассмотренных конструкций фундаментов были построены зависимости несущей способности свай от расхода бетона. Как видно из графиков (рис. 3), наиболее эффективной по соотношению «расход бетона – несущая способность» является пирамидальная

свая, за ней следуют пирамидально-призматическая и буротрамбованная с уширением для всех типов грунтов. Исходя из результатов сравнения, а также учитывая тот факт, что применение пирамидальных свай ограничивается глубиной сезонного промерзания, можно сделать **вывод** о высокой конкуренто-

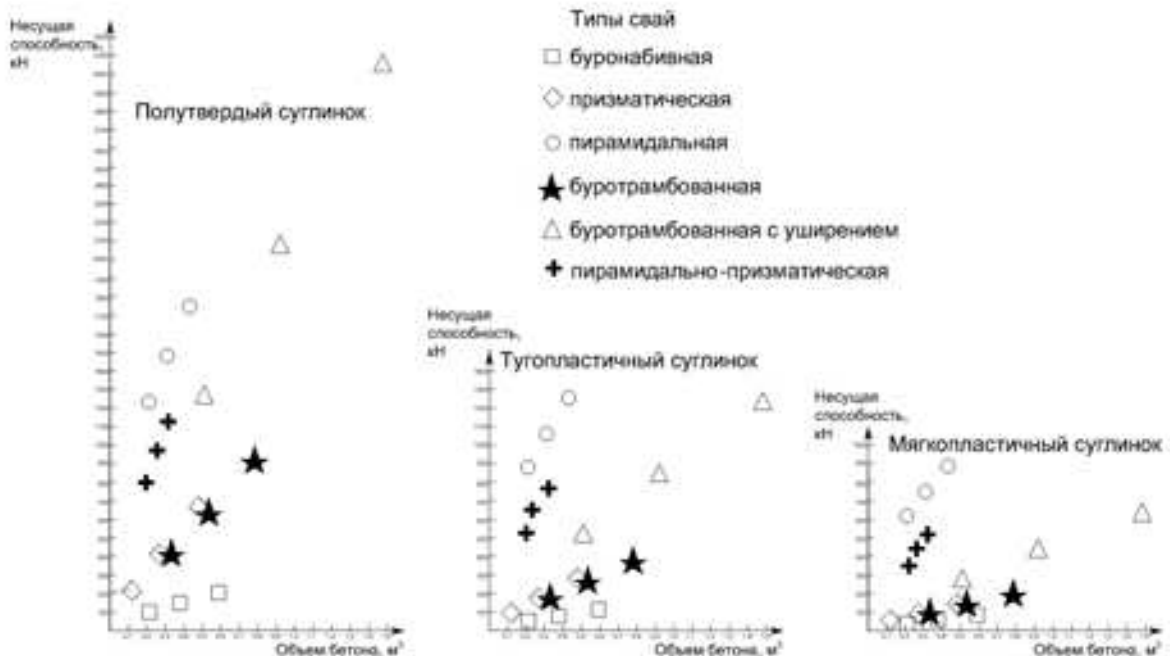


Рис. 3. Графики зависимости несущей способности свай от расхода бетона

способности предлагаемых конструкций свайных фундаментов. Предлагаемые типы фундаментов значительно снизят как трудовые, так и материальные затраты в индивидуальном домостроительстве за счет относительной простоты устройства, меньшего расхода материалов и, в то же время, повышенной несущей способности по сравнению с прочими типами свайных фундаментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зайнуллина Т.Г.* Проблемы и перспективы малоэтажного жилищного строительства // *Terra Economicus / Южный федеральный университет. Ростов-н/Д, 2013. Т.11, №4–2. С.61–63.*
2. *Кравцов В.Н., Лаптин П.В.* Сваи малого поперечного сечения для фундаментов малоэтажных зданий, упрочнения грунтов и их расчет // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. Новополоцк (Белорусия), 2016. №16. С.102–107.*
3. *Мангушев Р.А.* Современные свайные технологии. М.: АСВ, 2010. 240 с.
4. *Руководство по проектированию свайных фундаментов.* М.: Стройиздат, 1980. 533 с.
5. *Крутов В.И.* Проектирование и устройство свайных фундаментов и упрочненных оснований из набивных свай в пробитых скважинах. Пенза: ПГУАС, 2011. 100 с.
6. *Кунчикова Н.В.* Исследование взаимодействия различных видов конструкций свай с поверхностными уширениями и грунта // *Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов международной научной конференции / Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. М., 2015. С.647–651.*
7. *Исаев В.И., Мальцев А.В., Карпов А.А.* Исследование возможности увеличения несущей способности короткой забивной сваи за счет устройства уширения в верхней части // *Градостроительство и архитектура. 2016. №4 (25) С. 30–35. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.5.*
8. *Isaev V.I., Maltsev A.V., Karpov A.A.* Comparative evaluation of bearing capacity of a short driven pyramidal-prismatic pile using mathematical models // *Procedia Engineering. 2016. Т. 153. С. 223–227.*
9. *Исаев В.И., Юрченко Г.Ю.* Улучшение технологии изготовления и погружения пирамидально-призматических свай // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71 Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 902.*

Об авторах:

ИСАЕВ Вениамин Иванович

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-69

МАЛЬЦЕВ Андрей Валентинович

кандидат технических наук, заведующий кафедрой инженерной геологии, оснований и фундаментов Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-69

КАРПОВ Андрей Анатольевич

учебный мастер кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-69

ISAEV Veniamin I.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Engineering Geology, Bases and Foundations Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-69

MALTSEV Andrey V.

PhD in Engineering Science, Head of the Engineering Geology, Bases and Foundations Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-69

KARPOV Andrey A.

Training Master of the Engineering Geology, Bases and Foundations Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-69

Для цитирования: *Исаев В.И., Мальцев А.В., Карпов А.А.* Совершенствование формы и технологии устройства железобетонных свай для малоэтажного строительства // *Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 9-14. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.2.*

For citation: *Isaev V.I., Maltsev A.V., Karpov A.A.* Perfection of the Form and Technology of the Reinforced Concrete Piles Design for Low-Rise Construction // *Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 9-14. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.2.*

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ



УДК 628.3

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.3

С.А. ПОГРЕБНЯК
А.Ф. КОЛОВА
Т.Я. ПАЗЕНКО

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

THE INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF SLUDGE DEWATERING OF URBAN SEWAGE

Рассмотрен один из способов повышения эффективности обезвоживания осадков городских сточных вод – механическое обезвоживание с применением флокулянтов. Работа посвящена подбору наиболее эффективно действующего флокулянта и проводилась на натуральных осадках правобережных очистных сооружений г. Красноярска и канализационных очистных сооружений п. Емельяново. Эксперимент показал, что наибольшей эффективностью действия обладают флокулянты Praestol 851BC и Zetag 7485 в дозе 3 кг/т сухого вещества осадка.

Urban wastewater sludge is highly humid, large and poorly dehydrated. Dehydration of sludge in natural conditions has a number of shortcomings: low efficiency, sludge areas require huge land areas, worsen the ecological situation, pollute groundwater, soil, etc. One way to eliminate the problem and improve the efficiency of sludge dewatering in urban wastewater is to switch to mechanical dehydration using flocculants. The work is devoted to the selection of the most effective flocculant and was carried out on the natural sediments of the right-bank treatment facilities in Krasnoyarsk and the sewage treatment plants in the settlement of Emelyanovo. The experiment showed that flocculants Praestol 851BC and Zetag 7485 at a dose of 3 kg / t dry matter of the precipitate have the greatest effectiveness.

Ключевые слова: обезвоживание, интенсификация, сырой осадок, активный ил, доза, центрифугирование, флокулянты, водоотдающие свойства

Keywords: dehydration, intensification, crude sediment, activated sludge, dose, centrifugation, flocculants, water-yielding properties

В процессе очистки городских сточных вод загрязнения выделяются в виде осадков, задерживаемых на решетках, в песколовках, при осветлении сточных вод в первичных отстойниках и на стадии биологической очистки в виде избыточного активного ила.

Объем осадков, образующихся на городской очистной станции, составляет 0,5–1 % расхода обрабатываемых сточных вод. Осадки заражены бактериальной и патогенной микрофлорой и яйцами гельминтов. Сырой осадок и избыточный активный ил относятся к труднофильтруемым иловым суспензиям и плохо поддаются обезвоживанию [1].

Обработка осадков сточных вод должна проводиться в целях максимального уменьшения их объемов и подготовки к последующему размещению,

использованию или утилизации при обеспечении поддержания санитарного состояния окружающей среды или восстановления ее благоприятного состояния [2-4]. Технологический процесс обработки осадков включает в себя следующие основные стадии: уплотнение, стабилизация органической части, кондиционирование, обезвоживание, термическая обработка, утилизация ценных продуктов или ликвидация осадков.

До сих пор наиболее простым методом обезвоживания осадка является его сушка на иловых площадках, на которых обезвоживание происходит за счет испарения значительной части воды. Для крупных очистных сооружений, где образуется большое количество осадка и ила, для обезвоживания его на иловых площадках требуются значительные земель-

ные площади. На таких станциях осуществляют механическое обезвоживание осадков на центрифугах и фильтр-прессах, вакуум-фильтрах различных конструкций. Эксплуатация этого оборудования показала, что наиболее эффективно работают центрифуги и ленточные фильтр-прессы [5].

Центрифугирование осадков городских сточных вод получило широкое распространение после начала промышленного выпуска синтетических высокомолекулярных органических флокулянтов катионного типа и использования их для повышения эффективности процесса обезвоживания.

Целью работы являлся подбор наиболее эффективно действующего флокулянта для осадков и илов канализационных очистных сооружений п. Емельяново и правобережных очистных сооружений г. Красноярска.

Информация о флокулянтах, используемых в работе, приведена в табл. 1 и 2.

Флокулянты марки Besfloc отличались между собой степенью ионного заряда.

При проведении экспериментальных исследований была использована методика определения эффективности водоотдачи шламов, разработанная в ООО НПФ «Экологическая химия» (г. Новосибирск).

В воронку Бюхнера диаметром 80 мм укладывали предварительно смоченный дистиллированной водой фильтр. Затем вставляли воронку Бюхнера

в мерный цилиндр вместимостью 100 м³. В коническую колбу, содержащую приготовленный в соответствии с методикой шлам, добавляли расчетное количество флокулянта. Закрыв колбу пробкой, в течение 10-20 секунд совершали вращательное движение до образования флоккул. Затем смесь переливали в воронку Бюхнера и с момента падения первой капли фиксировали объем образующейся осветленной жидкости в мерном цилиндре. Объем фильтрата измеряли в течение 15 минут с момента каплепадения. По полученным результатам строили графики в координатах «объем фильтрата – время фильтрации», приведенные на рис. 1–3 (условные обозначения для всех рисунков приведены на рис. 3).

Влияние типа флокулянта на водоотдающие свойства сырых осадков

На рис. 1 приведены результаты влияния типа флокулянта на водоотдающие свойства сырых осадков канализационных очистных сооружений п. Емельяново и правобережных очистных сооружений г. Красноярска.

Как видно из приведенных данных, наиболее эффективным для сырого осадка канализационных очистных сооружений п. Емельяново оказался флокулянт Zetag 7485, а для осадка правобережных очистных сооружений г. Красноярска – PRAESTOL 851BC. Это можно объяснить разным составом и структурой этих осадков. В отличие от канализаци-

Таблица 1

Информация о флокулянтах Praestol и Zetag

Марка флокулянта	Фирма-изготовитель	Характеристика	Стоимость, руб./кг
Praestol 851 BC	Solenis (Германия)	<ul style="list-style-type: none"> Слабая катионная активность Насыпная плотность 550-650 кг/м³ Динамическая вязкость раствора >550 мПас/с Граница применения по значению pH 1-14 	200
Zetag 7485 Zetag 8586	Specialty Chemicals (Швейцария)	<ul style="list-style-type: none"> Флокулянт катионного типа Содержание активного вещества не менее 50 % Молекулярная масса до 20 млн 	200

Таблица 2

Информация о флокулянтах Besfloc

Марка флокулянта	Ионный заряд	Степень ионного заряда	Содержание активного вещества, %	Молекулярная масса	Основное назначение*	Стоимость, руб./кг
Besfloc 6641	Катионный	Высокий	98	Средняя	PC, DW, TH	200-406
Besfloc 6665	Катионный	Очень высокий	98	Средняя	DW, TH	
Besfloc 051C	Катионный	Низкий	98	Средняя	PC, DW	
Besfloc 6630	Катионный	Средний	98	Средняя	PC, DW	

*PC – первичная седиментация, флотация;

DW – обезвоживание шлама на ленточном прессе, фильтр-прессах;

TH – сгущение шлама.

онных очистных сооружений п. Емельяново, технологической схемой правобережных очистных сооружений Красноярска предусмотрен возврат избыточного активного ила в систему очистки перед первичными отстойниками, поэтому осадок первичных отстойников представляет собой смесь избыточного ила и непосредственно осадка.

Влияние типа флокулянта на водоотдающие свойства избыточного активного ила.

На рис. 2 приведены результаты влияния типа флокулянта на водоотдающие свойства избыточного активного ила канализационных очистных сооруже-

ний п. Емельяново и правобережных очистных сооружений г. Красноярска.

Как видно из приведенных данных, для избыточного активного ила канализационных очистных сооружений п. Емельяново и правобережных очистных сооружений г. Красноярска наиболее эффективным оказался Zetag 7485.

Влияние типа флокулянта на водоотдающие свойства смеси сырого осадка и избыточного активного ила

На рис. 3 приведены результаты влияния типа флокулянта на водоотдающие свойства смеси избы-

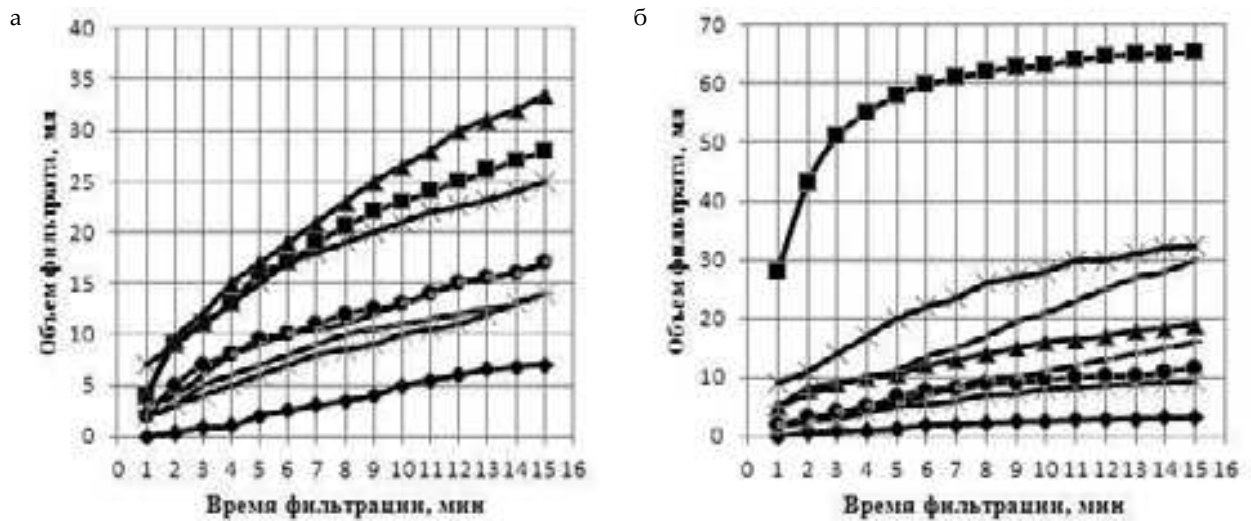


Рис. 1. Влияние типа флокулянта на водоотдающие свойства сырых осадков при дозе 3 кг/т сухого вещества осадка:
а – канализационные очистные сооружения п. Емельяново;
б – правобережные очистные сооружения г. Красноярска

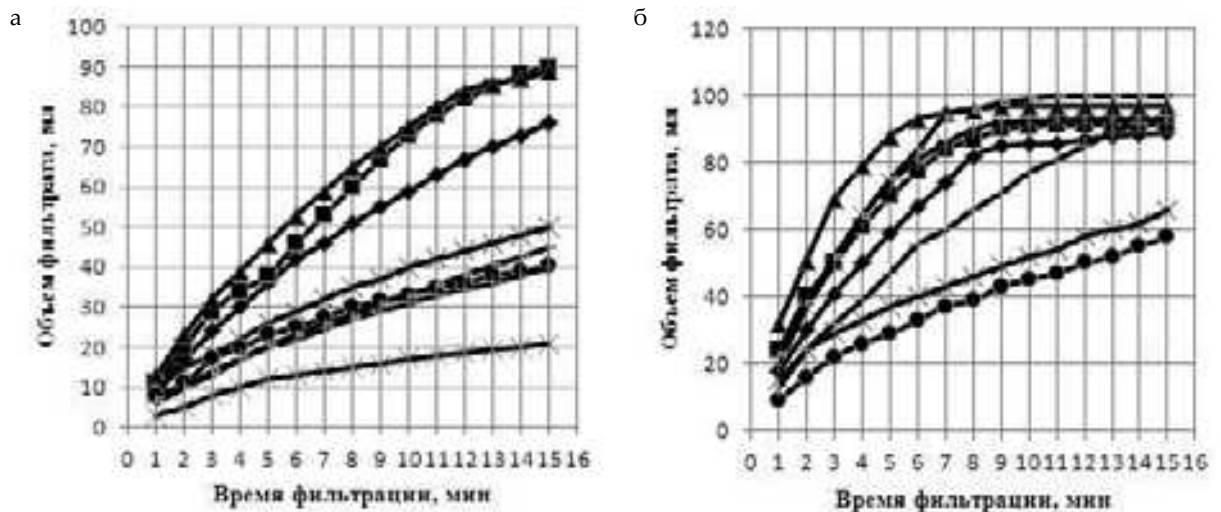
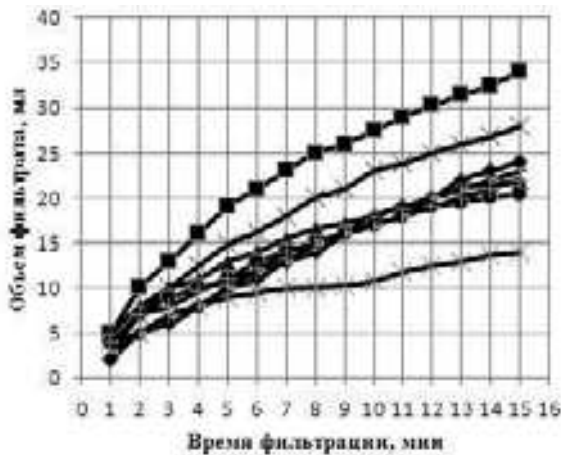


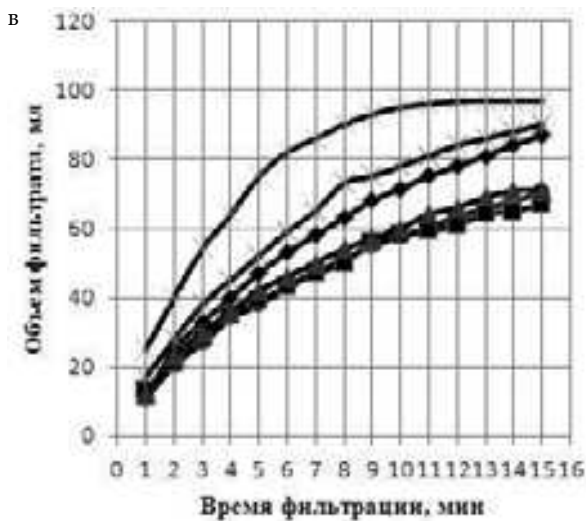
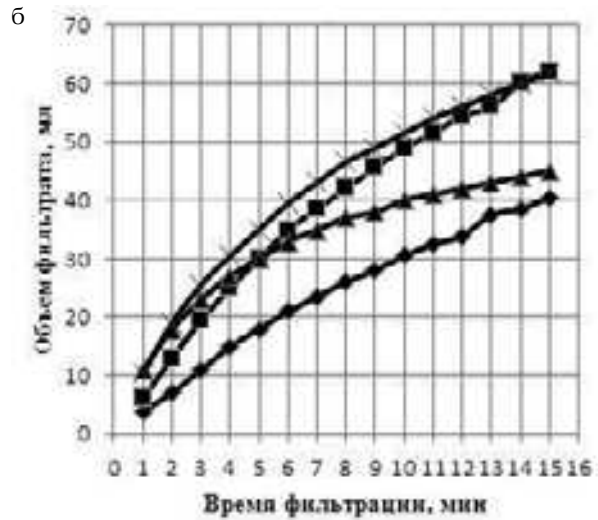
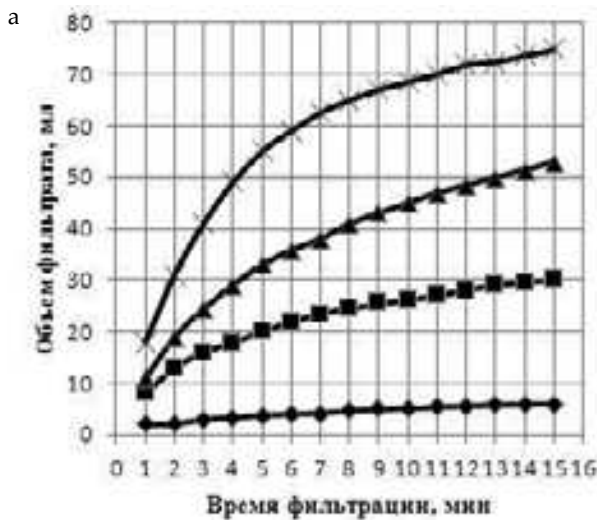
Рис. 2. Влияние типа флокулянта на водоотдающие свойства избыточного активного ила при дозе 3 кг/т сухого вещества ила:
а – канализационные очистные сооружения п. Емельяново;
б – правобережные очистные сооружения г. Красноярска



Условные обозначения

- ◆ Фон
- Praestol 851BC
- ▲ Zetag 7485
- ▬ Zetag 8586
- ▬ Besfloc 6641
- Besfloc 6665
- ▬ Besfloc 051K
- ▬ Besfloc 6630

Рис. 3. Влияние типа флокулянта на водоотдающие свойства смеси осадка и избыточного активного ила при дозе 3 кг/т сухого вещества осадка п. Емельяново



Условные обозначения

- ◆ Фон
- 1 кг/т сух. вещества
- 2 кг/т сух. вещества
- ▲ 3 кг/т сух. вещества
- ▬ 4 кг/т сух. вещества
- ▬ 5 кг/т сух. вещества

Рис. 4. Влияние дозы флокулянта Zetag 7485 на водоотдающие свойства осадка:
а – осадок п. Емельяново; б – активный ил п. Емельяново;
в – активный ил ПОС г. Красноярск

точного активного ила и осадка канализационных очистных сооружений п. Емельяново.

Как видно из приведенных данных, для смеси сырого осадка и избыточного активного ила канализационных очистных сооружений п. Емельяново наиболее эффективным оказался флокулянт Praestol 851BC.

Влияние дозы флокулянта на водоотдающие свойства осадка

Для оптимальных типов флокулянтов варьировали дозы. На рис. 4, а, б приведены результаты влияния дозы флокулянта Zetag 7485 на водоотдающие свойства осадка и избыточного активного ила п. Емельяново соответственно. Дозу флокулянта варьировали в интервале от 2 до 5 кг/т сухого вещества осадка или ила.

Как видно из приведенных данных, наиболее оптимальной дозой является 5 кг/т сухого вещества.

На рис. 4, в приведены результаты влияния флокулянта Zetag 7485 на водоотдающие свойства избыточного активного ила правобережных очистных сооружений Красноярска. Дозу принимали в интервале от 2 до 5 кг/т сухого вещества.

Как видно из приведенных данных, наиболее оптимальной дозой является 3 кг/т сухого вещества.

Выводы. Для кондиционирования сырого осадка канализационных очистных сооружений п. Емельяново наиболее эффективно применение флокулянта Zetag 7485. Для осадка правобережных очистных сооружений г. Красноярска – Praestol 851BC.

Об авторах:

ПОГРЕБНЯК Светлана Александровна
магистрант
Сибирский федеральный университет
660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 82, стр.1,
тел. +7 960-758-08-08
E-mail: svetlanka-94@listl.ru

КОЛОВА Алевтина Фаизовна
кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры инженерных систем зданий и сооружений
Сибирский федеральный университет
660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 82, стр.1,
тел. +7 950-425-73-37
E-mail: a.f.kolova@mail.ru

ПАЗЕНКО Татьяна Яковлевна
кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных систем зданий и сооружений
Сибирский федеральный университет
660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 82, стр.1,
тел. +7 906-973-74-50
E-mail: pazenkotatyandex.ru

Для кондиционирования избыточного активного ила канализационных очистных сооружений п. Емельяново и правобережных очистных сооружений г. Красноярска наиболее эффективным оказался флокулянт Zetag 7485. Для кондиционирования смеси сырого осадка и активного ила канализационных очистных сооружений п. Емельяново наиболее эффективным оказался Praestol 851BC. Таким образом, при использовании флокулянта Zetag 7485 наиболее эффективна доза 5 кг/т сухого вещества, в то время как флокулянт Praestol 851BC наиболее эффективен в дозе 3 кг/т сухого вещества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. 704 с.
2. Кичигин В.И., Палагин Е.Д. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод / СГАСУ. Самара, 2008. 204 с.
3. Турковский И.С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. М.: ДеЛи принт, 2008. 376 с.
4. Храменков С.В., Загорский В.А., Пахомов А.Н., Данилович Д.А. Обработка и утилизация осадков на московских станциях аэрации // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 12 (ч. 1). С. 7–12.
5. ИТС 10-2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. М., 2015.

POGREBNYAK Svetlana A.
Master's Degree Student
Siberian Federal University
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny av., 82, 1,
tel. +7 960-758-08-08
E-mail: svetlanka-94@listl.ru

KOLOVA Alevtina F.
PhD in Chemistry, Associate Professor of the Buildings and Structures Engineering Systems Chair
Siberian Federal University
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny av., 82, 1,
tel. +7 950-425-73-37
E-mail: a.f.kolova@mail.ru

PAZENKO Tatyana Ya.
PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Buildings and Structures Engineering Systems Chair
Siberian Federal University
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny av., 82, 1,
tel. +7 906-973-74-50
E-mail: pazenkotatyandex.ru

Для цитирования: Погребняк С.А., Колова А.Ф., Пазенко Т.Я. Интенсификация процесса обезвоживания осадка городских сточных вод // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 15-19. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.3.
For citation: Pogrebnyak S.A., Kolova A.F., Pazenko T.Ya. The intensification of the Process of Sludge Dewatering of Urban Sewage // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 15-19. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.3.

А.В. СЕЛЕЗНЕВА
К.В. БЕСПАЛОВА
В.А. СЕЛЕЗНЕВ

ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ПОВЕРХНОСТНОМ ИСТОЧНИКЕ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

ESTIMATION OF SEASONAL VARIABILITY OF WATER QUALITY IN A SURFACE SOURCE
OF DRINKING WATER SUPPLY

Представлены результаты мониторинга качества воды Саратовского водохранилища за период 2000-2016 гг. Наблюдения проводились ежемесячно на стационарном пункте, расположенном в нижнем бьефе Жигулевской ГЭС. Установлено, что качество воды в источнике водоснабжения характеризуется существенной сезонной изменчивостью. В период массового развития водорослей органическое загрязнение водохранилища увеличивается, а концентрация биогенных веществ уменьшается. Чрезмерное содержание органических веществ в летнюю межень затрудняет технологические процессы очистки воды. Сделан вывод, что лимитирующим показателем, сдерживающим массовое развитие водорослей, являются фосфаты, концентрация которых в пик «цветения» воды понижается практически до нуля.

Ключевые слова: водохранилище, источник водоснабжения, мониторинг, антропогенное эвтрофирование, качество воды, сезонная изменчивость, органическое загрязнение, биогенные вещества, регулирование нагрузки

По мере роста биогенной нагрузки и глобального потепления климата проблема качества воды поверхностных источников водоснабжения, находящихся в условиях антропогенного эвтрофирования, становится всё более актуальной [1–3].

Экологическое состояние водохранилищ Волжско-Камского каскада, которые являются безальтернативными источниками водоснабжения крупных городов, ухудшается в период летней межени. Особенно остро эта проблема стоит на водохранилищах Нижней Волги (Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское), где в период летней межени наблюдается массовое развитие водорослей, или «цветение» воды. Резкое увеличение численности и биомассы водорослей обуславливает снижение качества воды на водохранилищах по ряду показателей: численность и биомасса фитопланктона; запах; цветность; органические и токсические вещества, растворенный кислород; водородный показатель рН; окислительно-восстановительный потенциал Eh [4, 5].

Снижение качества воды в источнике водоснабжения создает значительные трудности при очистке воды на водопроводных очистных сооружениях. При

The results of water quality monitoring of the Saratov reservoir for the period 2000-2016 are presented. Observations were carried out monthly at a stationary station located in the lower tail of the Zhigulevskaya HPP. It is established that the quality of water in the source of water supply is characterized by significant seasonal variability. During the mass development of algae the organic contamination of the reservoir increases and the concentration of nutrients decreases. Excessive content of organic substances in the summer low water complicates the technological processes of water purification. It is concluded that phosphate is the limiting factor restraining the mass development of algae, the concentration of which in the peak of “flowering” of water is reduced to almost zero.

Key words: reservoir, source of water supply, monitoring, anthropogenic eutrophication, water quality, seasonal variability, organic pollution, nutrients, load regulation

этом применяемые в волжских городах технологии водоподготовки не позволяют довести подаваемую населению воду до нормативного качества.

При использовании водохранилища, как источника питьевого водоснабжения, важно знать особенности процесса «цветения» воды в нем, а также те количественные показатели качества воды, которые могут существенно снижать ее потребительские свойства и затруднять очистку.

Целью исследования является оценка сезонных изменений качества волжской воды по органическим показателям и биогенным веществам в условиях антропогенного эвтрофирования поверхностного источника питьевого водоснабжения. В качестве объекта выбрано Саратовское водохранилище.

Материалы и методы исследования

Гидрохимические наблюдения проводились на р. Волге в 2,5 км ниже по течению Жигулевской плотины. Выше по течению от плотины расположено Куйбышевское, а ниже – Саратовское водохранилище. Отбор проб воды осуществлялся ежемесячно в период 2000-2016 гг. батометром Молчанова ГР-18

с глубины 0,5 м в соответствии с действующими нормативными документами (ГОСТ 2761-84. Источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб). Пробы воды фильтровались через мембранный фильтр. Фильтрованная вода переливалась в бутылки из химически стойкого стекла с притертыми пробками. Перед этим бутылки дважды ополаскивались водой, подлежащей анализу, и заполнялись ею доверху.

Химический анализ проб воды осуществлялся в лаборатории Института экологии Волжского бассейна РАН по органическим показателям: перманганатная окисляемость (ПО), химическое потребление кислорода (ХПК) и биогенным веществам: нитраты (NO_3^-), фосфаты (PO_4^{3-}). Измерение концентрации ПО и ХПК выполнялось титриметрическим [6, 7], а концентрации нитратов и фосфатов – фотометрическим [8, 9] методами. Диапазоны измеряемых концентраций веществ и показатели точности измерений (границы погрешности при вероятности $P = 0,95$) представлены в соответствии с действующими нормативными документами (табл. 1).

Полученные данные химического анализа формировались в ряды, которые подвергались статистической обработке с использованием программы Statistica v 6.0. По каждому показателю качества воды для каждого месяца формировались выборки из 17 членов ряда (2000-2016 гг.), по которым определялись: средняя (C_{cp}), максимальная (C_{max}) и минимальная (C_{min}) концентрации и среднее квадратичное отклонение (σ).

Результаты и их обсуждение

Качество воды Саратовского водохранилища в основном формируется в Куйбышевском водохранилище, которое расположено выше по течению в Волжско-Камском каскаде. Средний годовой расход воды, поступающей в Саратовское водохранилище через плотину Жигулевской ГЭС, составляет 5500 м³/с, а расход бокового притока – 203-230 м³/с (4 %).

В Куйбышевском водохранилище ежегодно в период летней межени наблюдается массовое развитие водорослей («цветение» воды). Его интенсивность и продолжительность зависят от биогенной

нагрузки, режима регулирования водного стока и гидрометеорологических условий конкретного года.

Процесс «цветения» воды характеризуется существенной пространственной неоднородностью. В пойменных частях водохранилища, заливах, зонах подпора притоков, где небольшая глубина и течение практически отсутствует, «цветение» воды проходит более активно, чем в русле. Наиболее интенсивно процесс развивается в самом большом и мелководном Черемшанском заливе, а также на приплотинных плесах, где формируются обширные зоны «цветения» (толщина слоя водорослей на поверхности водоема достигает нескольких сантиметров).

Анализ состава фитопланктона водохранилища показал, что преобладающими являются: сине-зеленые, диатомовые, зеленые [10]. При этом именно сине-зеленые водоросли вызывают цветение воды в летний период. Такие виды сине-зеленых водорослей, как *Microcystis*, *Anabaena* и *Aphanizomenon* способны к продуцированию токсинов (микроцистины). В настоящее время известно более 70 структурных вариантов микроцистинов, наиболее токсичным является микроцистин-LR. Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, его допустимая концентрация в воде составляет 1 мкг/дм³.

С ростом биомассы водорослей в водохранилище увеличивается концентрация хлорофилла *a*, а также рН (до 9–9,5), цветность воды (до 40–50 град.), запах (до 3–4 баллов) и уменьшается Eh (до 230–250 мВ). В поверхностном слое водоема наблюдается избыток кислорода (200–300 %), а в придонном слое – его дефицит. Увеличивается содержание в воде взвешенных и растворенных органических веществ, при этом концентрация NO_3^- и PO_4^{3-} уменьшается. Содержание PO_4^{3-} может упасть до нуля, и тогда процесс развития водорослей временно прекращается [11,12].

Особую тревогу вызывает органическое загрязнение воды по интегральным показателям – БПК, перманганатной окисляемости и ХПК в период летней межени. Повышение концентрации перманганатной окисляемости летом связано с увеличением количества автохтонного органического вещества за счет интенсивного развития фитопланктона. Даже в створе Жигулевской ГЭС, где наблюдается хорошее перемешивание и аэрация, волжская вода не соот-

Таблица 1

Диапазон и точность измерения показателей качества воды

Показатель	Диапазон измерений	Руководящий документ	Показатель точности
ПО	2,0-100 мгО/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4.154-99	±10 %
ХПК	10,0-80,0 мгО/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.100-97	±24 %
NO_3^-	0,1- 3,0 мгN/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4-95	±0,18X мгN/дм ³
PO_4^{3-}	0,01-0,2 мгP/дм ³	РД 52.24.382-2006	±0,002+0,092X мгP/дм ³

Примечание. X – концентрация вещества

ветствует нормативным требованиям по перманганатной окисляемости и ХПК в течение всего года и по БПК в период «цветения» воды [13]. Данные по содержанию органических веществ за 2000–2016 гг. приведены в табл. 2.

Среднее годовое значение перманганатной окисляемости в воде Саратовского водохранилища составляет 7,4 мгО/дм³. Средние месячные значения (C_{cp}) изменяются в пределах 7,0–8,6 мг/дм³, максимальные (C_{max}) – 8,6–13,8 мг/дм³, минимальные (C_{min}) – 4,1–7,1 мг/дм³. Внутригодовые изменения концентрации ПО имеют ярко выраженный сезонный ход (рис. 1). Наибольшие средние месячные значения (C_{cp}) наблюдаются в летнюю межень (июль), в пик цветения воды, а наименьшие – в зимнюю межень. За счет цветения воды перманганатная окисляемость увеличивается на 10–15 %.

Среднее годовое значение ХПК составляет 25,3 мг/дм³. Средние месячные значения (C_{cp}) изменяются в пределах 22,9–27,3 мг/дм³, максимальные – 28,9–38,7 мг/дм³, минимальные – 9,5–16,9 мг/дм³. Временные изменения концентрации ХПК имеют ярко выраженный сезонный ход (рис. 2). Наибольшие средние месячные значения наблюдаются в летнюю межень (июль), в пик цветения воды, наименьшие – в зимнюю межень. За счет цветения воды ХПК увеличивается на 6–8 %.

Серьезные последствия увеличения концентрации органического вещества в воде источника водоснабжения связаны с образованием токсических органических загрязнений при подготовке питьевой воды. Повышенное содержание органических веществ может существенно затруднять технологические процессы очистки воды, в частности процесс флокуляции.

Таблица 2

Статистические характеристики концентрации ПО и ХПК по многолетним рядам

Показатель	Значения показателей по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПО, мгО/дм ³												
C_{cp}	7,5	7,1	7,8	7,5	7,5	7,8	8,6	7,9	7,4	7,1	7,0	7,0
σ	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,0	1,5	1,3	1,0	1,1	0,8	0,9
C_{max}	9,8	13,8	10,7	10,5	9,4	10	12,1	9,8	9,7	9,8	8,6	8,6
C_{min}	5,5	4,1	5,2	5,4	5,8	5,5	7,1	6,5	6,2	5,9	6,0	5,3
ХПК, мгО/дм ³												
C_{cp}	23	24	25	25	24	27	27	27	27	26	25	25
σ	7	7	6	6	8	6	5	5	5	5	4	5
C_{max}	39	36	35	33	31	35	36	35	34	32	29	33
C_{min}	12	13	15	14	10	15	17	14	16	15	17	13

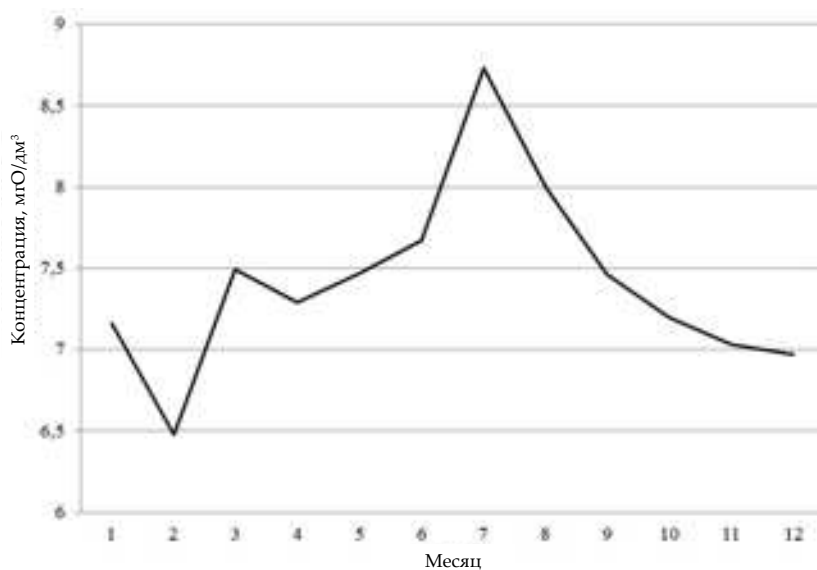


Рис.1. Внутригодовые изменения концентрации ПО

Процесс цветения воды оказывает сильное влияние на сезонное содержание биогенных веществ, при этом особый интерес (с точки зрения борьбы с процессом цветения воды) представляют фосфаты и нитраты.

За период 2000-2016 гг. средняя годовая концентрация нитратов составила 0,75 мг/дм³. Средние месячные значения (C_{cp}) изменяются в пределах 0,41–1,26 мг/дм³, максимальные (C_{max}) – 1,13–2,37, минимальные (C_{min}) – 0,2–0,52 (табл. 3).

Наибольшие концентрации нитратов наблюдаются перед началом весеннего половодья. В период половодья концентрация нитратов падает, достигая минимальных значений в июле, в летне-осеннюю межень (июнь–сентябрь) – стабильна, а затем начинает медленно повышаться в период зимней межени (рис. 3).

Средняя годовая концентрация фосфатов составляет 0,065 мг/дм³. В течение года средние месячные значения (C_{cp}) изменяются в пределах 0,029–0,095 мг/дм³, максимальные – 0,052–0,149 мг/дм³, мини-

мальные – 0,01–0,058 мг/дм³. Наибольшая концентрация фосфатов наблюдается в осеннюю межень, наименьшая – в летнюю межень, в период массового развития водорослей (рис. 4).

Проведенные наблюдения показывают, что в результате активного потребления фитопланктоном нитратов и фосфатов концентрация этих веществ в воде водохранилища в летний период резко снижается. При этом содержание фосфатов уменьшается до минимума, в то время как концентрация нитратов остается достаточно высокой. В пойменных частях водохранилища, где численность и биомасса фитопланктона в пик цветения воды намного больше, чем в русле, концентрация фосфатов практически равна нулю. Следовательно, наличие фосфатов в воде водохранилища является сдерживающим фактором развития фитопланктона в летний период.

Наличие фосфатов лимитирует развитие сине-зеленых водорослей, снижая интенсивность и продолжительность процесса цветения воды.

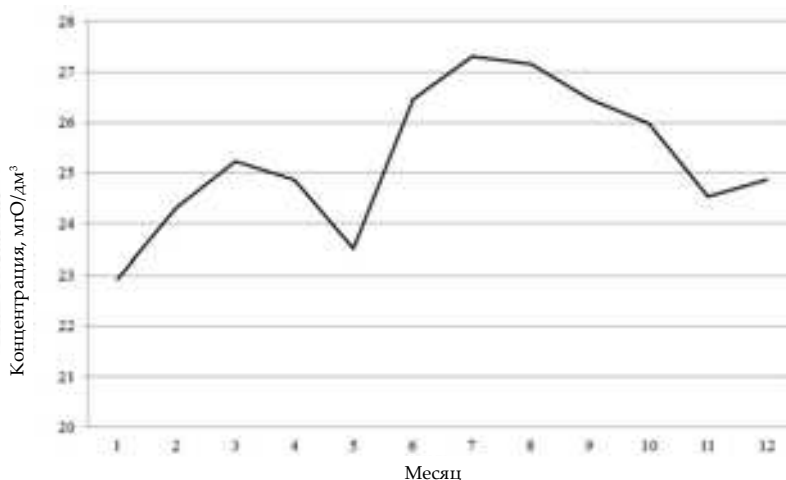


Рис. 2. Внутригодовые изменения концентрации ХПК

Таблица 3

Статистические характеристики концентрации NO_3^- и PO_4^{3-} по многолетним рядам

Показатель	Значения показателей по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нитраты, мгN/дм ³												
C_{cp}	0,80	1,00	1,21	1,26	1,10	0,72	0,54	0,58	0,44	0,47	0,41	0,51
σ	0,37	0,40	0,44	0,52	0,38	0,31	0,38	0,57	0,36	0,42	0,25	0,26
C_{max}	1,76	1,89	2,37	2,35	1,96	1,33	1,24	1,92	1,46	1,28	1,13	1,28
C_{min}	0,42	0,42	0,52	0,42	0,47	0,21	0,11	0,14	0,12	0,12	0,20	0,26
Фосфаты, мкгP/дм ³												
C_{cp}	75	74	74	61	47	29	31	50	66	89	95	84
σ	15	01	15	17	25	11	14	29	23	25	22	17
C_{max}	113	95	107	87	122	52	56	149	109	146	136	107
C_{min}	37	58	52	12	10	11	10	25	17	42	47	40

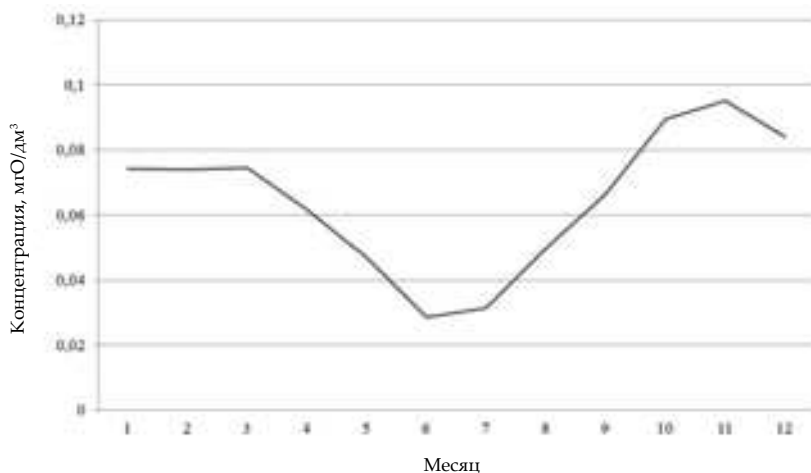


Рис. 3. Внутригодовые изменения концентрации нитратов

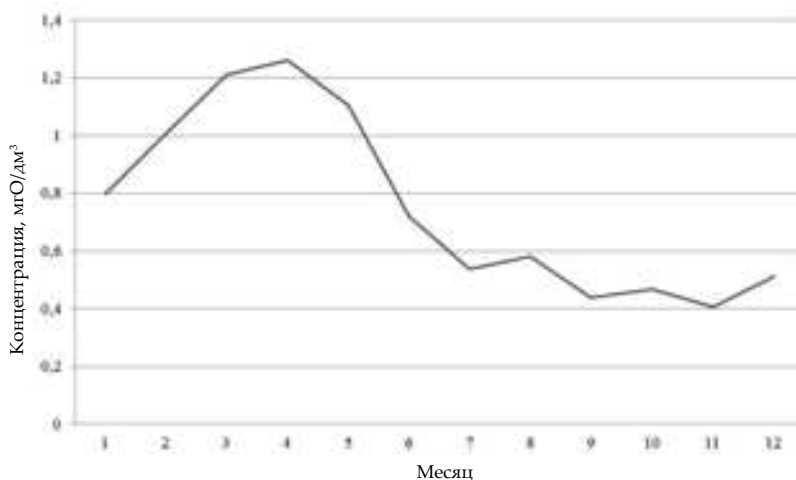


Рис. 4. Внутригодовые изменения концентрации фосфатов

Для уменьшения нагрузки по фосфору, восстановления экологического состояния водохранилища и повышения качества воды необходимо разрабатывать и внедрять региональные нормативы качества, которые учитывали бы природные особенности водохранилища по естественному содержанию биогенных веществ в воде.

Уменьшение количества биогенных веществ в воде, особенно фосфатов, будет способствовать снижению интенсивности и сокращению периода цветения. Несмотря на то что концентрация фосфатов и нитратов в воде ниже нормы, именно они провоцируют цветение и снижение качества воды. Поэтому для восстановления нормального состояния водохранилища необходимо, прежде всего, снижать содержание биогенных веществ. Этому способствуют разработка и внедрение региональных нормативов качества воды, учитывающих природные особенности водного объекта.

Одна из главных причин «цветения» и снижения качества воды – чрезмерная биогенная нагрузка, которая стала возможной из-за несовершенства системы нормирования. Критериями при нормировании качества воды водных объектов являются предельно допустимые концентрации, которые одинаковы для всей территории РФ и зависят только от вида водопользования без учета природных особенностей водных экосистем. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой на водные объекты, которые являются источниками питьевого водоснабжения. Для снижения биогенной нагрузки на водохранилище необходимо приступить к разработке и внедрению региональных нормативов качества воды, учитывающих природные особенности водоемов [14,15].

Выводы. 1. Качество воды в Саратовском водохранилище по органическим показателям (ПО, ХПК) и биогенным веществам (нитраты, фосфаты)

характеризуется значительной сезонной изменчивостью. В летний период содержание органических веществ увеличивается, а концентрация биогенных веществ наоборот уменьшается. Амплитуда сезонных изменений ПО составляет 7,1–13,8 мгО/дм³ и не соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к источникам питьевого водоснабжения.

2. Чрезмерное содержание в летний период органических веществ в воде Саратовского водохранилища обусловлено массовым развитием водорослей. За счет цветения воды перманганатная окисляемость в период «цветения» воды увеличивается на 10–15 %.

3. Саратовское водохранилище, как поверхностный источник водоснабжения, относится ко второму классу. Однако существующую технологию очистки воды необходимо совершенствовать с целью обеспечения населения питьевой водой нормативного качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беспалова К.В. Состояние источников водоснабжения в условиях антропогенного эвтрофирования водохранилищ // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 11. С. 7–16.
2. Селезнев В.А., Селезнева А.В., Беспалова К.В. Антропогенное эвтрофирование крупных водохранилищ Нижней и Средней Волги в условиях глобального потепления климата // Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения (8–19 мая 2017 г., Казань, Россия): материалы Международной научно-практической конференции. Казань: Приволжский федеральный университет, 2017. С. 151–156.
3. Селезнева А.В., Селезнев В.А., Беспалова К.В. Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья // Поволжский экологический журнал. 2014. № 1. С. 88–96.
4. Даценко Ю. С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-геохимические аспекты. М.: ГЕОС, 2007. 252 с.
5. Никитин О.В., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю. Мониторинг цианоакриальных токсинов в водных объектах Республики Татарстан (2011–2016 гг.) // Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения (8–19 мая 2017 г., Казань, Россия): материалы Международной научно-практической конференции. Казань: Приволжский федеральный университет, 2017. С. 51–62.
6. ПНД Ф 14.1:2.4.154-99. Методика измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом. М., 2012. 11 с.
7. ПНД Ф 14.1:2.100-97. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. М., 2004. 13 с.
8. ПНД Ф 14.1:2.4-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой титриметрическим методом. М., 2012. 12 с.
9. РД 52.24.382-2006. Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерения фотометрическим способом. Ростов-н/Д, 2006. 26 с.
10. Герасимова Н. А. Фитопланктон Саратовского и Волгоградского водохранилищ. Тольятти, 1996. 200 с.
11. Беспалова К. В., Селезнева А. В., Селезнев В. А. Устойчивое водоснабжение городского населения в условиях «цветения» воды на водохранилищах Волги (на примере г. о. Тольятти) // Водоочистка. 2016. № 6. С. 19–24.
12. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. / пер. с фр. СПб.: Новый журнал, 2007. 775 с.
13. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Введ. Постановлением гл. гос. санит. врача РФ 30.04.2003, №7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 19.04.2018).
14. Селезнева А. В. Разработка превентивных мер борьбы с цветением воды на крупных водохранилищах // Экология и промышленность России. 2010, июль. С. 38–43.
15. Селезнев В. А., Селезнева А. В., Беспалова К. В. Нормирование сброса биогенных веществ в поверхностные водные объекты // Градостроительство и архитектура. 2014. № 2. С. 49–53. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.9.

Об авторах:

СЕЛЕЗНЕВА Александра Васильевна

кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт экологии Волжского бассейна РАН
445004, Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10
E-mail: aleks.selezneva@mail.ru

SELEZNEVA Alexandra V.

PhD in Engineering Science, Senior Researcher
Institute of Ecology of the Volga Basin
of the Russian Academy of Sciences
445004, Russia, Togliatti, Komzina str., 10
E-mail: aleks.selezneva@mail.ru

БЕСПАЛОВА Ксения Владимировна

кандидат химических наук, младший научный сотрудник
Институт экологии Волжского бассейна РАН
445004, Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10
старший преподаватель
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
E-mail: kvbespalova@yandex.ru

BESPALOVA Ksenia V.

PhD in Chemistry, Junior Researcher
Institute of Ecology of the Volga Basin
of the Russian Academy of Sciences
445004, Russia, Togliatti, Komzina str., 10
Senior Lecturer
Togliatti State University
445020, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14
E-mail: kvbespalova@yandex.ru

СЕЛЕЗНЕВ Владимир Анатольевич

кандидат географических наук, доктор технических наук,
профессор, заведующий лабораторией
Институт экологии Волжского бассейна РАН
445004, Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
E-mail: seleznev53@mail.ru

SELEZNEV Vladimir A.

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of Laboratory
Institute of Ecology of the Volga Basin
of the Russian Academy of Sciences
445004, Russia, Togliatti, Komzina str., 10
Togliatti State University
445020, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14
E-mail: seleznev53@mail.ru

Для цитирования: Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А. Оценка сезонной изменчивости качества воды в поверхностном источнике питьевого водоснабжения // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 20-26. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.4.

For citation: Selezneva A.V., Bespalova K.V., Selezneva V.A. Estimation of Seasonal Variability of Water Quality in a Surface Source of Drinking Water Supply // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 20-26. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.4.

Т.И. ХАЛТУРИНА

А.Г. БОБРИК

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ЦВЕТНЫХ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ, ПРИ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ЧАСТИ ОСАДКА

INTENSIFICATION OF PURIFICATION OF SEWAGE WATER-GENERATION MANUFACTURING ENTERPRISES OF METALLURGY ENTERPRISES AND MACHINE-BUILDING COMPLEX CONTAINING IONS OF CHROM, COPPER, NICKEL AND ZINC

Представлены результаты экспериментальных данных по интенсификации процесса гальванокоагуляционной очистки сточных вод, содержащих ионы шестивалентного хрома, меди, никеля и цинка. Проведены исследования рециркуляции части осадка при введении его после обработки гальванокоагуляционного модуля для улучшения и ускорения процессов седиментации в последующем вертикальном отстойнике. Показаны результаты с помощью рентгенофазового и термогравиметрического анализа при изучении свойств и состава осадка, образующегося при гальванокоагуляционном извлечении ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} из сточных вод с использованием гальванопары Fe - активированный уголь (АУ). Данные свойств и состава осадка стоков, содержащих ионы цветных и тяжелых металлов, актуальны для разработки технологии его утилизации, так как позволяют решать проблемы снижения техногенного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: интенсификация, гальванокоагуляция, ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , планирование эксперимента, математические модели, рециркуляция, осадок, термограмма, дифрактограмма.

ВВЕДЕНИЕ

Промышленные сточные воды многих предприятий металлообработки в большей или меньшей степени загрязнены высокотоксичными ионами цветных и тяжелых металлов, такими как ионы цинка, меди, хрома, никеля и железа. В сточных водах практически никогда не содержатся загрязнения только одного вида, так как стоки поступают общим потоком на очистные сооружения. Для снижения техногенного воздействия на окружающую среду имеет место необходимость рассматривать варианты бессточных систем водопользования с максимально возможным сокращением расхода свежей воды на промывку деталей [1], а также разработка высокоэффективных технологий [2–6], что является весьма актуальным.

Цель исследования:

1) интенсифицировать процесс гальванокоагуляционной обработки совместного стока, в котором

The article presents the results of experimental data on the intensification of the process of galvanic coagulation treatment of sewage containing hexavalent chromium, copper, nickel and zinc ions. There were righteous investigations into the recycling of a part of the sediment upon its introduction after the treatment of the galvanocoagulation module, to improve and accelerate sedimentation processes in a subsequent vertical settler. Results are shown using X-ray phase and thermogravimetric analysis to study the properties and composition of the sediment formed during galvanic coagulation recovery of $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} ions from wastewater with the use of galvanocarp Fe-activated carbon (AC). These properties and composition of the sludge of effluents containing ions of non-ferrous and heavy metals is relevant for the development of technology for its utilization, since it allows solving problems of reducing the technogenic impact on the environment.

Key words: intensification, galvanocoagulation, ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , precipitation, recirculation, sediment, thermogram, diffractogram.

находятся ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} , при использовании рециркуляции части осадка;

2) определить состав образующегося осадка для его утилизации.

Технологическая схема очистки сточных вод, содержащих ионы цветных и тяжелых металлов, при рециркуляции части осадка представлена на рис. 1.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследование процесса очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых и цветных металлов, путем гальванокоагуляционной обработки при использовании гальванопары: Fe – активированный уголь, проводилось в следующих условиях концентрации загрязнений усредненного стока, мг/дм³: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} = 65$, $\text{Cu}^{2+} = 84$, $\text{Zn}^{2+} = 10$, $\text{Ni}^{2+} = 12$, $\text{Na}^+ = 56$, $\text{K}^+ = 1,58$, $\text{SO}_4^{2-} = 247,6$, общее солесодержание – 476,2. Ферритизацию проводили при добавлении рас-

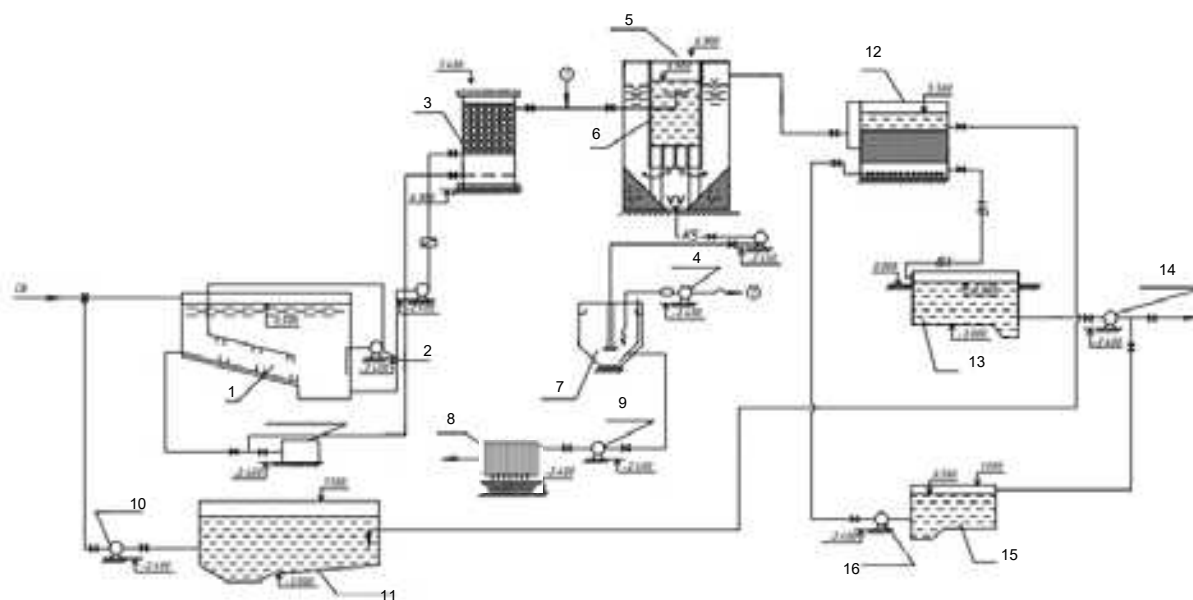


Рис.1. Технологическая схема очистки сточных вод, содержащих ионы цветных и тяжелых металлов, при рециркуляции осадка:

1 – усреднитель; 2 – насосная станция; 3- гальванокоагулятор; 4 – насос для рециркуляции осадка; 5 – вертикальный отстойник; 6 – камера хлопьеобразования; 7 – шламонакопитель; 8 –фильтр-пресс; 9 – насос подачи осадка; 10 – насос для перекачки промывной воды; 11 – резервуар для воды после промывки фильтра; 12 – фильтр с плавающей загрузкой; 13 – резервуар чистой воды; 14 – насос технической воды; 15 – резервуар промывной воды; 16 – насос промывной воды

творя NaOH до величины pH 7,8–8,2 для отделения осадка. Процесс очистки осуществляли с применением рециркуляции части осадка гальванокоагуляционной обработки стоков. Ввод рециркулируемого осадка проводили после гальванокоагуляции.

Доза вводимого осадка была установлена ранее и показана авторами в работе [5], для процесса обезвреживания хромсодержащих сточных вод она составляла 6 % от обрабатываемого объема стока. Учитывая, что для исследований был взят совместный сток, содержащий ионы $Cr_2O_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} , возникла необходимость в определении оптимальных режимов процесса обезвреживания.

Для определения и обоснования основных технологических параметров процесса обезвреживания совместных сточных вод, содержащих ионы $Cr_2O_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} , было проведено ротатбельное планирование эксперимента по методу Бокса-Хантера. В качестве более значимых факторов, от которых зависит процесс очистки, были приняты следующие:

- X_1 – доза рециркулируемого осадка, %;
- X_2 – время контакта, мин.

Оценочными критериями являлись:

- Y_1 – остаточная концентрация ионов $Cr_2O_7^{2-}$, мг/дм³;
- Y_2 – остаточная концентрация ионов Cu^{2+} , мг/дм³;
- Y_3 – остаточная концентрация ионов Ni^{2+} , мг/дм³;
- Y_4 – остаточная концентрация ионов Zn^{2+} , мг/дм³;
- Y_5 – объем осадка, %.

В табл. 1 приведены факторы и уровни варьирования.

Остаточные концентрации ионов $Cr_2O_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} в сточной воде были определены при помощи атомно-абсорбционного спектрометра 3300 производства фирмы Perkin-Elmer с пламенным атомизатором.

Обсчет полиномиальной модели, построенной по методу наименьших квадратов, позволил получить следующие уравнения регрессии:

Остаточные концентрации ионов $Cr_2O_7^{2-}$:

$$Y_1 = 0,0354 - 0,00637 \cdot X_1 - 0,0012477 \cdot X_2 - 0,000212 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,000684 \cdot X_1^2 + 0,000096 \cdot X_2^2.$$

Остаточные концентрации ионов Cu^{2+} :

$$Y_2 = 0,063579 - 0,014895 \cdot X_1 - 0,002714 \cdot X_2 + 0,0006 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,00066 \cdot X_1^2 - 0,00003 \cdot X_2^2.$$

Таблица 1

Факторы и уровни варьирования

Факторы	Интервал	-1,41	-1	0	+1	+1,41
X_1 доза осадка, % от Вст.вод	1	4,59	5	6	7	7,41
X_2 время, мин	2	7,18	8	10	12	12,82

Остаточные концентрации ионов Ni^{2+} :

$$Y_3 = 2,332 + 0,697335 \cdot X_1 - 0,85728 \cdot X_2 + 0,00018 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,05821 \cdot X_1^2 + 0,0415 \cdot X_2^2.$$

Остаточные концентрации ионов Zn^{2+} :

$$Y_4 = 0,34776 + 0,0564 \cdot X_1 - 0,097235 \cdot X_2 - 0,00018 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,004314 \cdot X_1^2 + 0,00453 \cdot X_2^2.$$

Объем осадка:

$$Y_5 = -92,6404 + 25,0793 \cdot X_1 + 5,9104 \cdot X_2 - 0,19 \cdot X_1 \cdot X_2 - 1,91431 \cdot X_1^2 - 0,2525 \cdot X_2^2.$$

Уравнения регрессии по остаточным концентрациям ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} и по объему осадка были переведены в натуральный масштаб для получения графических зависимостей (рис. 2–4).

Изображенные на рис. 2–4 зависимости носят нелинейный характер, что позволяет найти оптимальные значения исследуемых параметров.

Для оптимизации процесса гальванокоагуляционной очистки совместного стока с использованием части рециркулируемого осадка были сделаны расчеты

в программе MATLAB для построения диаграмм в виде графиков линий уровня. Диаграммы процесса гальванокоагуляции показаны на рис. 5, 6.

Из рассмотренных моделей можно сделать вывод, что наилучший эффект очистки достигается по всем представленным в стоках ионам металлов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} при времени контакта 10 мин и дозе рециркулируемого осадка 5–7 % от объема сточных вод. Контурные графики позволяют регулировать процесс обработки сточных вод с учетом минимизации оценочных критериев.

Гальванокоагуляционный метод очистки сточных вод от ионов цветных и тяжелых металлов основан на обработке в поле множества короткозамкнутых гальванопар, размещенных по всему объему очищаемой жидкости. В наших исследованиях при проведении гальванокоагуляции железная стружка является растворимым анодом, а катодной составляющей – углеродсодержащее вещество – акти-

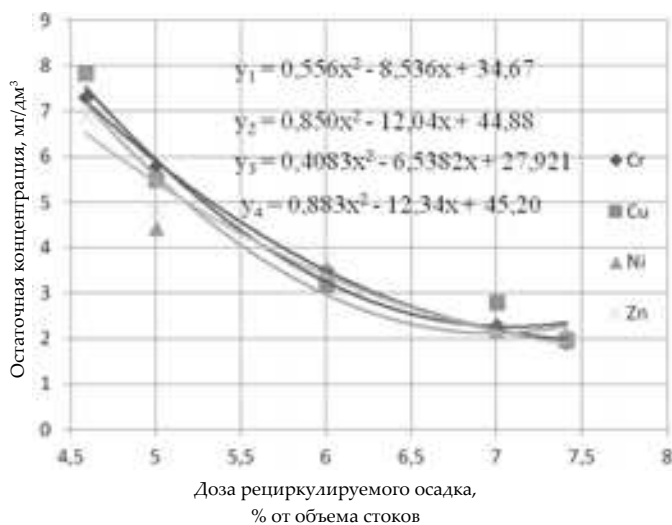


Рис. 2. Зависимости остаточных концентраций исследуемых ионов от дозы рециркулируемого осадка и времени обработки

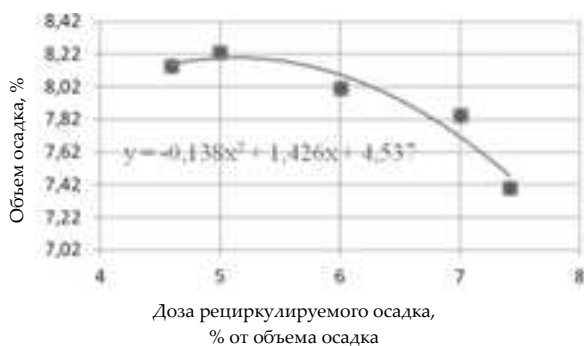


Рис.3. Зависимость объема осадка от дозы рециркулируемого осадка



Рис.4. Зависимость дозы рециркулируемого осадка от времени обработки

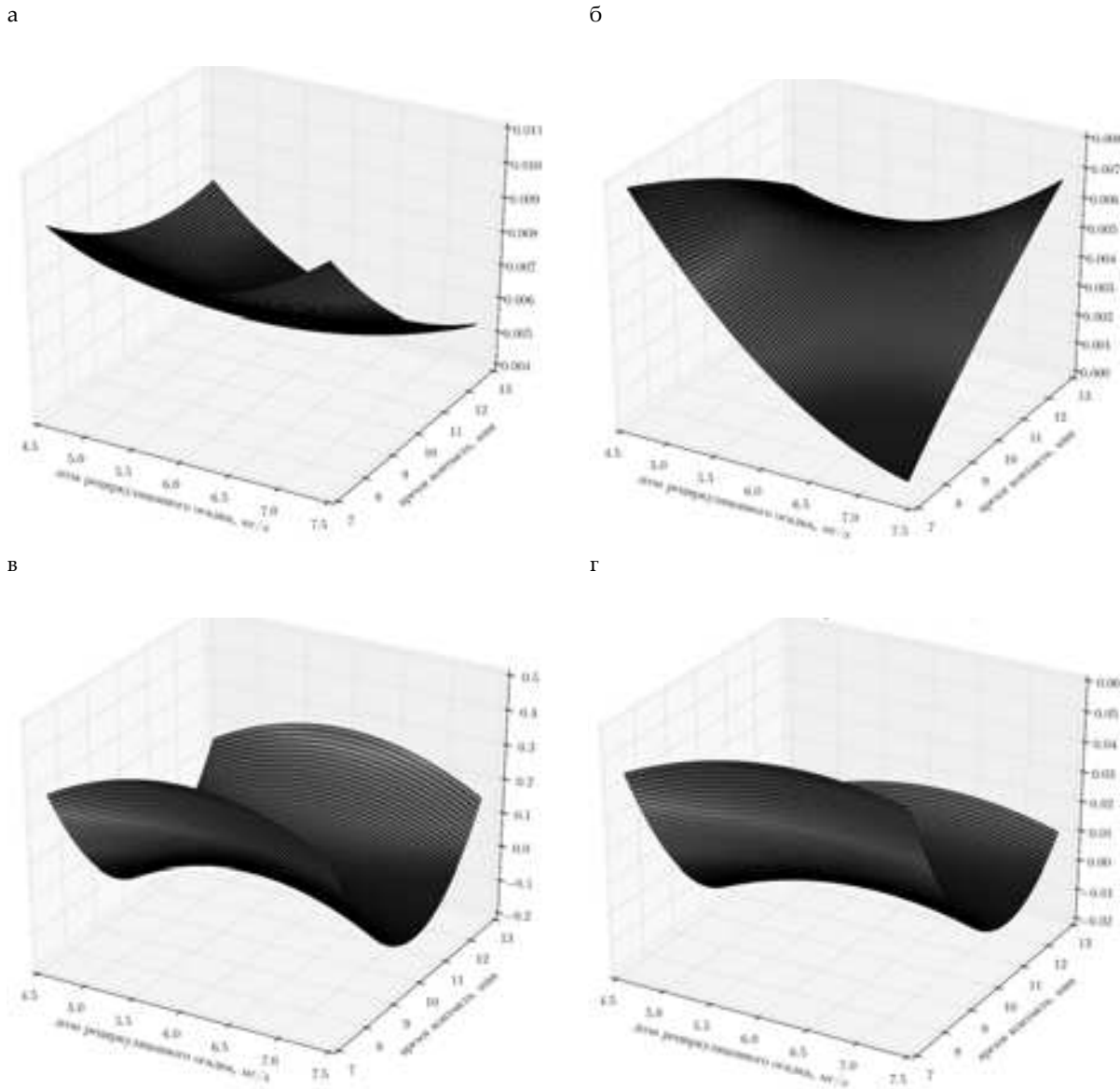
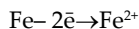


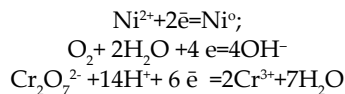
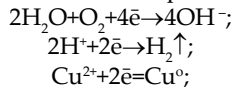
Рис. 5. Зависимости остаточных концентраций исследуемых ионов от дозы рециркуляционного осадка и времени обработки, мг/дм³:

- а – остаточная концентрация ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,
- б – остаточная концентрация ионов Cu^{2+} ,
- в – остаточная концентрация ионов Ni^{2+} ,
- г – остаточная концентрация ионов Zn^{2+}

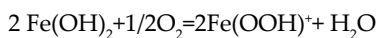
вированный уголь (в соотношении 4:1). Механизм гальванокоагуляционного обезвреживания сточных вод, содержащих ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} , при использовании рециркуляции части осадка описывается следующим химическим уравнением:



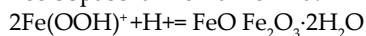
На поверхности активированного угля возможно протекание нескольких сопряженных реакций:



Обработанную жидкость подвергали нейтрализации раствором NaOH при одновременном барботировании сжатым воздухом. При этом происходило насыщение очищенных стоков кислородом воздуха и последующие окислительные процессы:



и дальнейшее образование магнетита:



Установлено, что добавление осадка после гальванокоагуляции снижает время обработки в гальванокоагуляционном модуле с 20 до 10 мин при высоком эффекте очистки, положительно влияет на кинетику седиментации осадка, способствуя укрупнению образующихся хлопьев, что приводит к увеличению их гидравлической крупности и значительному сокращению времени их осаждения.

В данной работе также были проведены исследования по изучению структуры и состава осадка с помощью рентгенофазового и термического анализа.

Регистрация рентгенограмм была выполнена на рентгеновском дифрактометре ShimadzuXRD7000, Япония (излучение CuK, монохроматор) в следующем режиме: диапазон от 5 до 70° по шкале 2θ, шагом 0,03°, скорость сканирования 1,5 град/мин. Результаты фазового анализа представлены на рис. 7, а, б.

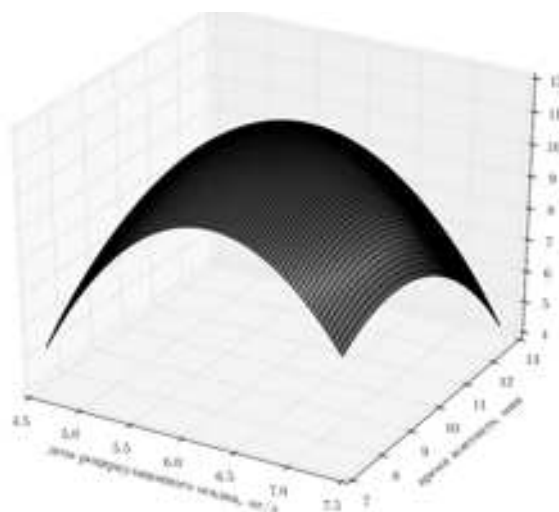


Рис. 6. Зависимость остаточного объема осадка от дозы рециркуляционного осадка и времени обработки

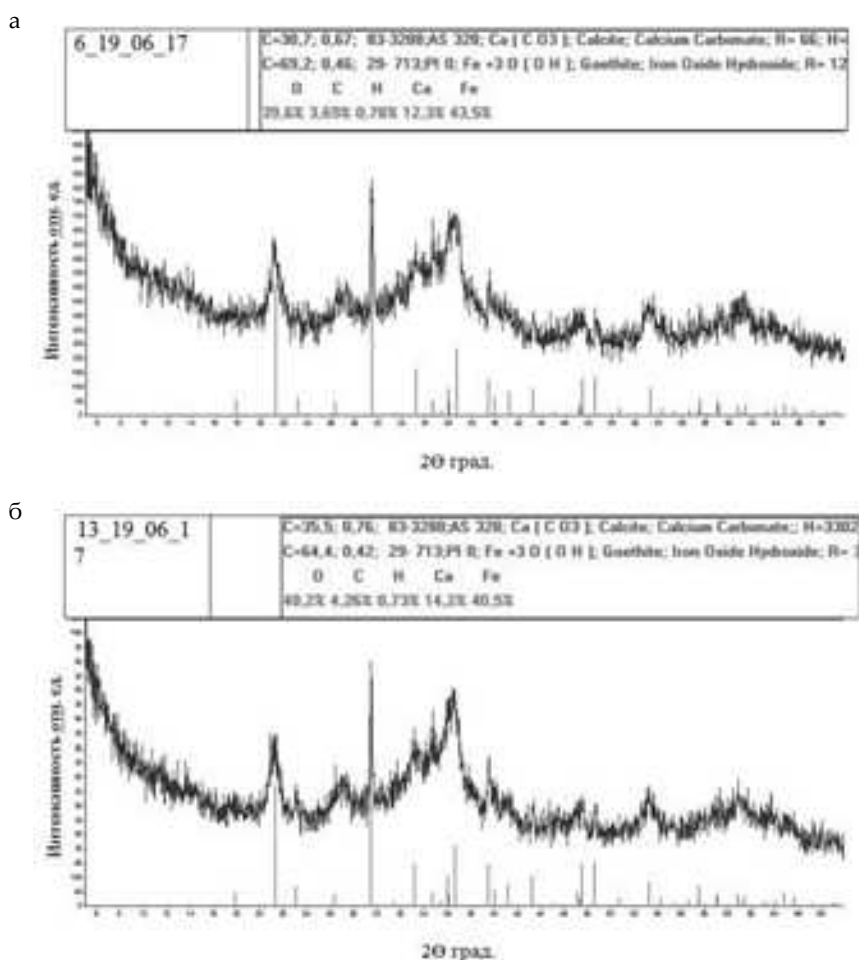


Рис. 7. Дифрактограммы осадка сточных вод, содержащих ионы Cr^{6+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} : а – при 450 °С; б – при 800 °С

По полученным дифрактограммам можно сделать вывод о том, что исследуемый осадок находится в аморфной фазе, содержание которой составляет до 90 %.

Химический состав осадка был определен по данным рентгеноспектрального анализа. Рентгеновские спектры показали элементный состав в процентном соотношении, что подтверждает механизм процесса гальванокоагуляционного обезвреживания.

Термический анализ проводили на синхронном термическом анализаторе SDTQ600, совмещенном с ИК-Фурье спектрометром Nicolet380 с TGA/FT-IR интерфейсом (приставка для анализа газовой фазы). Комплекс позволял одновременно получать данные дифференциально-термического и термогравиметрического анализа и состав выделяющейся газовой фазы. Съемку термограмм осуществляли при нагревании со скоростью 20 К/мин в атмосфере воздуха до 900 °С, скорость продувки воздуха составляла 50 мл/мин. Съемку ИК-спектров осуществляли непрерывной серией сканов в течение съемки термограммы в диапазоне волновых чисел от 400 до 4000 см⁻¹. Далее проводили обработку серии сканов в программе Omnic 7 с построением временной зависимости оптической плотности выделяющихся газов. Результаты данного анализа в виде термограммы приведены на рис. 7.

Дифференциально-термический анализ (ДТА) основан на определении температуры, при кото-

рой нагреваемый образец претерпевает какие-либо превращения (физические или химические), сопровождающиеся тепловым эффектом. Термогравиметрия (ТГ) определяет изменение массы образца в зависимости от температуры и времени, которое происходит по заданной температурной программе и в заданной газовой атмосфере [7].

Полученная термограмма указывает, что при нагревании образца осадка в диапазоне температур 50-170 °С происходит удаление воды, т. е. дегидратация с эндотермическим эффектом при 105 °С. Выделение воды, возможно, обусловлено разложением оксигидратных форм железа, входящих в состав пробы. Примерное содержание воды, выделившейся на этой стадии, составляет 10,3 %. При дальнейшем нагревании в диапазоне 200-400 °С происходит дальнейшая дегидратация и выделение углекислого газа. Данный процесс сопровождается выделением тепла (экзотермический эффект при 296 °С), которое может быть связано со сгоранием углерода, входящего в состав пробы. При этом произошла потеря массы – 5,8 %. При дальнейшем нагревании в области температур 400-550 °С происходит образование углекислого газа с выделением тепла (экзотермический эффект при 493 °С) – масса углерода, вступившего в реакцию, составляет 5 %. При последующем нагревании выделения газообразных продуктов не происходит.

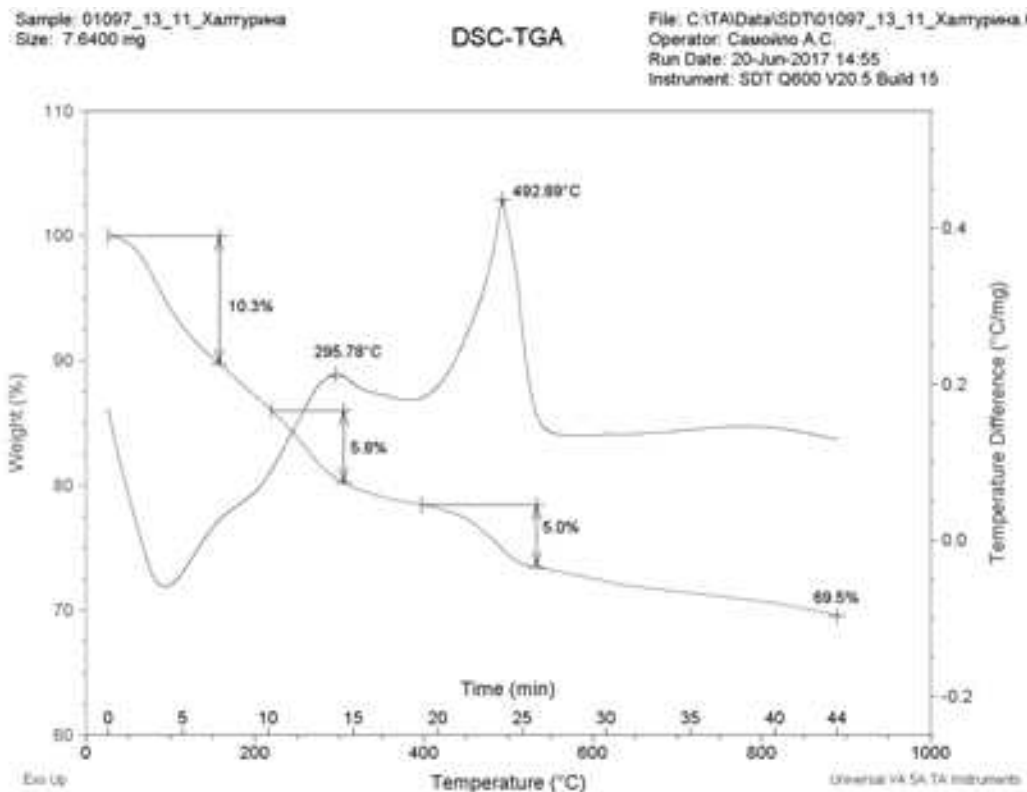


Рис. 8. Термограмма осадка, проведенная на синхронном термическом анализаторе SDTQ600, совмещенном с ИК-Фурье спектрометром Nicolet380 с TGA/FT-IR

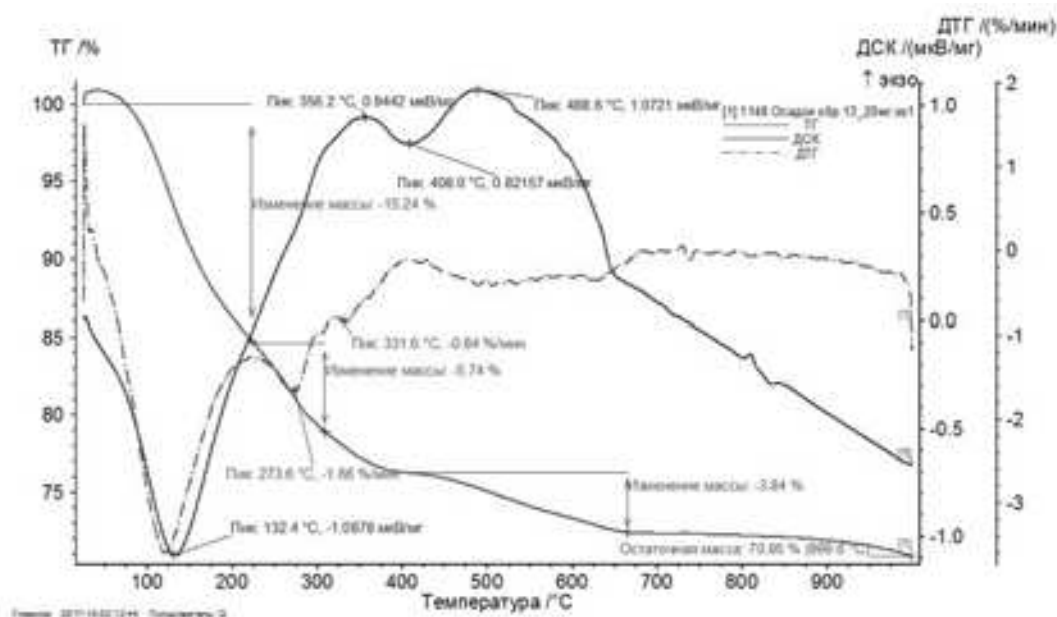


Рис. 9. Термограмма осадка, проведенная с помощью дифференциально-термического анализа на приборе NETZSCH STA 449 F1

Определение состава осадка также было проведено с помощью дифференциально-термического анализа на приборе NETZSCH STA 449 F1 в диапазоне 30/20,0 (К/мин)/1000 в режиме ДСК–ТГ (где ДСК – дифференциальная сканирующая калориметрия, мкВ/мг; ТГ – кривая изменения массы, %; ДТГ – дифференциальная термогравиметрическая кривая, %/мин).

Термограмма представлена на рис. 9.

Как видно из термограммы (рис. 8), эндоэффект при $t=132,4$ °С показывает удаление слабосвязанной воды. Эндотермический эффект при $t = 408,0$ °С связан с наличием в образце FeOОН. Термический эффект при $t = 356,2$ °С характерен для магнетита $FeO \cdot Fe_2O_3$ и малогидратированного оксида хрома ($Cr_2O_3 \cdot H_2O$). При дальнейшем увеличении температуры наблюдается полиморфное превращение α - Fe_2O_3 в γ - Fe_2O_3 , а также возможно образование феррита хрома ($FeO \cdot Cr_2O_3$). Эффект при $t = 488,6$ °С свидетельствует о горении углерода [8]. Термогравиметрические кривые (ТГ) показывают, что все основные тепловые эффекты сопровождаются изменением массы образца осадка в зависимости от температуры, при этом его остаточная масса составляет 70,85%.

Данные исследований по определению состава осадка термическим и рентгенофазовым методами показывают, что в большей мере осадок содержит оксигидратные соединения железа, играющие основную роль в процессе очистки стоков. На дифрактограмме следы дополнительных соединений ферритов металлов трудно идентифицировать.

Наличие углерода в составе осадка объясняется механическим разрушением активированного угля

в процессе обработки при проведении гальванокоагуляционной очистки.

Из проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Интенсификация гальванокоагуляционной очистки стоков, содержащих ионы Cr^{6+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , путем рециркуляции осадка в дозе 5 – 7 % от объема стоков позволяет сократить время проведения обработки сточных вод, улучшить процесс отстаивания за счет образования более крупных, быстро осаждающихся хлопьев.

2. Показаны результаты с помощью рентгенофазового и термогравиметрического анализа при изучении свойств и состава осадка, образующегося при гальванокоагуляционном извлечении ионов $Cr_2O_7^{2-}$, Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} из сточных вод с использованием гальванопары Fe – активированный уголь (АУ). Данные свойств и состава осадка стоков, содержащих ионы цветных и тяжелых металлов, актуальны для разработки технологии его утилизации, так как это позволяет решать проблемы снижения техногенного воздействия на окружающую среду.

3. Построенные математические модели могут быть использованы для автоматизации работы установок, применяемых для очистки сточных вод и управления процессом обезвреживания ионов цветных и тяжелых металлов с минимальными оценочными критериями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Урецкий Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий. Брест, 2007. 396 с.

2. Халтурина Т.И., Курилина Т.А., Хакимов Д.Ф., Чурбакова О.В. Очистка сточных вод гальванического производства от ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} и Zn^{2+} // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 1. С. 77–83.

3. Курилина Т.А., Халтурина Т.И. Гальванокоагуляционное обезвреживание сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов // Известия вузов. Строительство. 2009 С. 77–83.

4. Халтурина Т.И., Курилина Т.А., Хакимов Д.Ф., Чурбакова О.В. Исследование процесса гальванокоагуляции сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, состава и структуры осадка // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 1 (72). С. 88–92.

5. Халтурина Т.И., Чурбакова О.В., Бобрик А.Г. Интенсификация процессов очистки сточных вод гальванического производства предприятий машиностроительного профиля // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. №4 (111). С. 178–186.

6. Зайцев Е.Д. Совершенствование метода гальванокоагуляции вредных примесей в сточных водах промышленных предприятий // Известия вузов. Цветная металлургия. 2002. № 2. С. 69–75.

Об авторах:

ХАЛТУРИНА Тамара Ивановна

кандидат химических наук, профессор, профессор кафедры инженерных систем зданий и сооружений Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт
660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 82,
тел. +7 (902)961-55-51
E-mail: thal1965@yandex.ru

БОБРИК Анастасия Геннадьевна

аспирант кафедры инженерных систем зданий и сооружений Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт
660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 82,
тел. +7 (923)271-99-34
E-mail: j.a.r.o.k@mail.ru

7. Уэндланд У. Термические метода анализа. М.: Мир, 1978. 396 с.

8. Иванова В.П., Касатов Б.П., Красавина Т.Н., Розинова Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. М.: Недра, 1974. 399 с.

KHALTURINA Tamara I.

PhD in Chemical Science, Professor of the Department of engineering systems of buildings and constructions, Siberian Federal University
School of engineering and contraction
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny Prospect 82,
tel. +7 (902)961-55-51
E-mail: thal1965@yandex.ru

BOBRİK Anastasiya G.

Post-graduate student of the Department of engineering systems of buildings and constructions Siberian Federal University
School of engineering and contraction
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny Prospect 82,
tel. +7 (923)271-99-34
E-mail: j.a.r.o.k@mail.ru

Для цитирования: Халтурина Т.И., Бобрик А.Г. Интенсификация процесса гальванокоагуляционной обработки сточных вод, содержащих ионы цветных и тяжелых металлов, при рециркуляции части осадка // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 27-34. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.5.

For citation: *Khalturina T.I., Bobrik A.G. Intensification of purification of sewage water-generation manufacturing enterprises of metallurgy enterprises and machine-building complex containing ions of chrom, copper, nickel and zinc // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 27-34. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.5.*

М.В. ШУВАЛОВ

ДИАЛЕКТИКА СОВОКУПНОСТИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ, МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ И НОРМАТИВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАНАЛИЗАЦИИ ПОСЕЛЕНИЙ

DIALECTICS OF THE TOTALITY OF THEORETICAL, METHODOLOGICAL AND NORMATIVE PROVISIONS APPLIED FOR THE DESIGN OF THE SETTLEMENTS SEWAGE SYSTEM

На основе системного анализа технической литературы и нормативной документации по канализованию поселений и промпредприятий установлено, что в истории развития санитарной техники за период с середины XIX в. до настоящего времени можно условно выделить пять этапов, отличающихся между собой тем, что на протяжении определенного промежутка времени в развитых странах доминировала определенная система теоретических и нормативных положений по вопросам сбора, удаления и обезвреживания сточных вод. В первой четверти XX в. общепринятой парадигмой становится метод канализования населенных пунктов по централизованной схеме с устройством коммунальных станций очистки бытовых сточных вод биологическим методом. В начале XXI в. происходит смена парадигмы в области сбора, отведения и очистки бытовых сточных вод по причине возобновления поиска ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих сокращение эмиссии загрязняющих веществ в окружающую среду за счет внедрения в практику технологических решений по разделению бытовых (хозяйственно-фекальных) сточных вод на отдельные потоки с целью производства из компонентов сточных вод вторичной продукции. Делается вывод, что в ближайшей перспективе после разработки и утверждения нормативных документов, регламентирующих основные санитарные правила и технологические нормы внедрения передовых модифицированных технологий разделения человеческих экскрементов и хозяйственных сточных вод с целью раздельной их обработки с утилизацией компонентов сточных вод, будет осуществляться постепенный переход от централизованной к децентрализованной раздельной системе канализации для хозяйственных и фекальных сточных вод.

Ключевые слова: бытовые сточные воды, хозяйственно-фекальные сточные воды, концепция отведения и переработки компонентов бытовых сточных вод, методы очистки сточных вод, модифицированные технологии очистки, обработка и утилизация человеческих экскрементов, централизованная и децентрализованная схемы канализации

On the base of the system analysis of technical literature and regulatory documentation on the sewerage of settlements and industrial enterprises it is established that in the history of the development of sanitary equipment for the period from the middle of the 19th century onwards up to the present time it is possible to roughly distinguish five stages differing from each other in that for a certain period of time in developed countries a certain system of theoretical and normative provisions on the collection, removal and disposal of sewage water dominated. In the first quarter of the XX century the generally accepted paradigm is the method of sewerage of settlements by a centralized scheme with the installation of communal sewage treatment plants by a biological method. At the beginning of the XXI century there is a paradigm shift in the collection, management and purification of domestic wastewater due to the resumption of search for resource-saving technologies that reduce the emission of pollutants into the environment through the introduction of technological solutions for the separation of domestic (sanitary) wastewater into separate flows for the purpose production from waste water components of secondary products. In the short term, after the development and approval of normative documents regulating the basic sanitary rules and technological norms for the introduction of advanced modified technologies for the separation of human excrement and household wastewater with the purpose of separate treatment with the disposal of sewage components, a gradual transition from a centralized to a decentralized separate sewerage system will be carried out domestic and sanitary sewage.

Keywords: domestic wastewater, sanitary sewage, concept of removal and processing of domestic wastewater components, sewage treatment methods, modified treatment technologies, treatment and utilization of human excrement, centralized and decentralized sewerage schemes

Условия быта древнего мира не требовали отвода домашних нечистот по водосточным каналам, которые строились в те времена исключительно для отведения поверхностных сточных вод с улиц городов. Отведение посредством каналов хозяйственных вод из помещений для приготовления пищи и бань устраивалось только в жилищах богатых людей. «Применение воды в целях удаления нечистот было для древнего мира (за исключением, впрочем, Индии) совершенно неизвестно в течение очень долгого времени, и даже в самую позднюю эпоху, в период Римской империи, представлялось явлением редким и исключительным» [1]. У культурных народов древности было принято собирать человеческие экскременты в сосудах, которые опорожнялись в хлевах и стойлах домашних животных, и все домашние нечистоты вывозились за пределы поселения вместе с навозом. Литературные источники свидетельствуют о том, что в ту эпоху были единичные примеры применения очистки сточных вод в отстойниках и утилизации осадков из отстойников и самих сточных вод в агрономических целях. Употребление технологии сбора экскрементов и других жидких нечистот в «непроницаемых и поглощающих или бездонных выгребях» началось около IX в. Отхожие места в средневековых замках устраивались непосредственно над выгребами.

Римские инженеры накопили большой объем эмпирических знаний и навыков по строительству и эксплуатации водосточных каналов и сооружений на них, а также систем водоснабжения. Эти знания были изложены на рубеже начала нашей эры в книгах римских инженеров-писателей – Марка Витрувия Поллона и Секста Юлия Фронтинна.

В середине XIX в. у специалистов, практикующих в области поиска технологических решений по удалению домашних нечистот, сформировались *основы теоретических положений технической науки «канализация»*. Основной причиной начала интенсивного развития данной науки послужило появление густонаселенных городов и промышленных предприятий в Европе, которое способствовало существенному ухудшению санитарных условий проживания горожан и, как следствие, приводило к росту числа больных горожан инфекционными заболеваниями. Применяемая повсеместно в тот период *вывозная система удаления нечистот* из отхожих мест в домах стала подвергаться критике, и далее формируется **новая парадигма удаления домашних нечистот по сплавной системе** в виде каналов и трубопроводов. Появлению сплавной системы канализации в городах предшествовало развитие трубопроводных сетей водоснабжения, в результате чего появилась возможность использовать ватерклозеты в жилых домах.

Во второй половине XIX столетия были разработаны и практически реализованы все известные способы перекачки сточных вод (насосами, разреженным воздухом и сжатым воздухом), а также все

типы систем канализации и большинство типов схем канализации. Поиск технических решений по сбору, отведению, очистке и утилизации компонентов хозяйственных и фекальных сточных вод в этот период осуществлялся по многим направлениям, было проведено огромное количество экспериментальных и опытно-конструкторских работ; количество книг, отчетов и журнальных статей, опубликованных в 1840–1909 гг. в России, составляет более 400 наименований.

Новейшая история разработки норм и правил по сбору, отведению, обработке и утилизации компонентов домашних сточных вод берет свое начало с закона «Town Improvement Clauses Act», принятого в Англии в 1847 г. Согласно этому закону **все жидкие нечистоты надлежало обязательно отводить в водостоки**. Появление такого правила было обусловлено «осознанием крайне неблагоприятной жизни при выгребной системе» [2]. Первым организационным законом считается «Act for promoting the «Public Health» (1848 г.), согласно которому учреждаемое «Высшее санитарное бюро» должно было надзирать за работой системы каналов, отводящих домашние сточные воды [3]. Следует отметить, что в Лондоне до 1815 г. существовало прямое запрещение спускать экскременты в водосточные каналы. Как отмечают современники, *это правило практически нарушалось во всех городах Европы, где были построены водосточные каналы*. Поэтому, наряду с использованием вывозной системы нечистот из выгребов, по мере роста населения в городах и распространения применения в домах ватерклозетов объем жидких нечистот, отводимых по сплавной канализации в реки и другие водные объекты, непрерывно возрастал. В то же время прямой сброс нечистот в реки был запрещен законом.

Во Франции в 1848 г. также был принят декрет об учреждении санитарных советов, которые должны были контролировать работы по ассенизации местности и жилищ [3].

В XIX в. среди специалистов по гигиене и ассенизации городов началась *дискуссия относительно выбора технологии удаления и обезвреживания бытовых сточных вод*.

Первая группа специалистов считала необходимым **продолжать модернизировать повсеместно применяемую вывозную систему жидких нечистот из выгребов**, учитывая то, что строительство городской канализации планировалось осуществлять органами управления большинства поселений только в отдаленной перспективе, из-за того что для этого требовалось колоссальное количество денежных средств.

Вторая группа специалистов считала, что **выпуск сточных вод, отводимых от жилых, общественных и производственных зданий, по сети закрытых водостоков в водные объекты является самым оптимальным решением проблемы**

удаления экскрементов и других видов нечистот. Сторонники применения сплавной системы канализации на начальном этапе развития этой технологии были уверены, что спуск сточных вод без очистки в реки и моря безопасен, так как существует природный процесс самоочищения воды в водных объектах.

Среди приверженцев сплавной системы канализации отдельная группа специалистов, основываясь на историческом опыте, считала необходимым *направлять сточные воды по водосточным каналам на поля орошения*, что позволит наряду с утилизацией компонентов сточных осуществлять их очистку «искусственным почвенным» методом, заключающимся в медленном фильтровании через слой почвы.

Применение вывозной системы жидких нечистот существенно ограничивало возможность оборудования отхожих мест ватерклозетами, так как их использование увеличивало количество жидкости, подлежащей вывозу, в среднем в пять раз. Для разрешения этой проблемы специалистами по ассенизации было предложено несколько типов приспособлений, предназначенных для того, чтобы «твердые части (фекалии) задерживались в приемниках (выгребах), а жидкие части (моча, промывная вода ватерклозетов и др.) переливаются в другие сосуды или, чаще всего, непосредственно в уличные каналы, которыми и отводятся в реку» [4, с. 20].

По данным И.И. Битнера [5], идея устройства дырчатых перегородок в выгребах принадлежит французскому инженеру Goullier, а французские военные инженеры в 1820 г. предложили две системы разделения жидких нечистот от твердых. Отдельным направлением в модернизации выгребов следует считать разработку и внедрение в практику *систем подвижных выгребов*, основным элементом которых являются выносные сосуды с фильтрующей перегородкой для задержания твердых частей экскрементов.

Подвижные выгребы были предложены впервые Жаро и Жерандь в 1786 г. и нашли широкое применение [4, с. 18]. Например, в Манчестере в 1879 г. с числом жителей 368173 человека в городе было 55159 отхожих мест, оборудованных подвижными выгребами, 1300 выгребов стационарных и около 10000 отхожих мест с ватерклозетами [5, с. 127].

Повсеместное применение до середины XIX столетия вывозной системы экскрементов способствовало развитию технологий по переработке и утилизации экскрементов. Первая фабрика по приготовлению пудрета (искусственного удобрения для земледелия) из экскрементов была учреждена в 1787 г. [5]. Наряду с приготовлением из твердой части экскрементов порошкообразного или сиропобразного удобрения, были разработаны и практически внедрены в 1893 г. технологии по производству удобрения кристаллического сернокислого аммиака, выделенного из жидкой фазы экскрементов [4].

Широкое внедрение в практику ватерклозетов и, как следствие, строительство системы сплавной канализации взамен вывозной системы удаления экскрементов в крупных городах Европы привело к закрытию фабрик по приготовлению пудрета из экскрементов.

Особого внимания заслуживают результаты практического применения технологии сбора и удаления экскрементов – *сухая ассенизация*, которая является альтернативой применения сплавной канализации. Применение технологии сухой ассенизации основано на использовании пульверклозета – устройства для сбора экскрементов и перемешивания их с различными специально приготовленными сыпучими материалами (земля, глина, зола, торф (сфагнум) и другие вещества, впитывающие жидкость из экскрементов).

Комбинирование технических решений, применяемых в системах с ватерклозетами и пульверклозетами, было реализовано в изобретении М.П. Надьина – «разделитель нечистот» [5]. Первый прибор М.П. Надьина был установлен в общественном здании в С.-Петербурге в 1888 г. Конструкция этого прибора обеспечивает разделение экскрементов. Твердые части экскрементов собираются в отдельном сосуде с засыпкой торфом, а сточная жидкость из стульчака, к которому могут быть подключены писсуар, раковина умывальника и кухонная мойка, пройдя через разделитель нечистот, отводится в канализационную сеть. Аппараты М.П. Надьина, Дюглерэ и Канье являются первообразом современных санитарных приборов с разделением экскрементов.

Анализ технологических решений по модернизации технологии и оборудования, применяемого при вывозной системе канализации, большинство из которых были реализованы в значительных масштабах на практике в XIX столетии, показывает, что эти решения легли в основу *концепции разделения экскрементов на отдельные потоки и выделения хозяйственных сточных вод в отдельный поток*.

Поиск технических решений по снижению затрат на строительство в городах общеславной системы канализации, при строительстве которой требовалось монтировать подземные коллекторы большого диаметра, ряд изобретателей, развивая концепцию *разделения экскрементов на отдельные потоки и выделения хозяйственных сточных вод в отдельный поток*, предложили и внедрили в ряде крупных городов Европы, России, Америки и Индии оригинальные *системы раздельной канализации*. Среди них следует выделить системы авторитетных инженеров: Лирнура (система была предложена в 1867 г.), Булова (1867 г.), Веринга (1870 г.), Берлье (1878 г.), Шона (1880 г.), Грибоедова и систему фирмы Леваллуа-Перрэ (1892 г.).

Эти системы были разработаны не только для снижения затрат на строительство трубопроводной системы удаления экскрементов из городов,

но и с целью создания оптимальных условий для приготовления пудрета или утилизации нечистот в жидком виде в качестве удобрений на агрономических полях. Принцип механического транспортирования фекалий по трубам, успешно реализованный в системе Лирнура, первоначально был предложен французским инженером Дюмоном в 1862 г. [4, с. 24].

На основе анализа опыта эксплуатации раздельных систем канализации в конце XIX в. у большинства специалистов по санитарной технике и гигиене городов сложилось представление, что «разделительная система, основанная на вылавливании густых частей из ватерклозетных стоков, не может иметь ни теоретического, ни практического оправдания» [6, с. 324]. Эти представления оказали негативное влияние на дальнейшее развитие концепции *разделения экскрементов на отдельные потоки и выделения хозяйственных сточных вод в отдельный поток*. Возобновление поиска по интенсивному развитию этой концепции началось практически спустя столетие – в конце XX в.

Наиболее значимым изобретением в области совершенствования конструкции выгребов для сбора нечистот безусловно является выгреб, называемый в строительной практике XIX столетия «самодействующий устранитель нечистот системы аббата Моньо» (в литературе на русском языке, изданной позже 1900 г., фамилия аббата пишется Муанье или Муанье). Особо следует отметить, что *выгреб системы Моньо является первообразом биологического реактора очистки сточных вод в анаэробных условиях*. В книге И.И. Битнера [5] отмечено, что «самоустранитель нечистот аббата Моньо изобретен им довольно давно и до обращения на него в 1881 г. всеобщего внимания над этим выгребом производились самые тщательные испытания в течение десяти лет». Характерной особенностью выгреба Моньо, отличающей его аппарат от большинства других типов выгребов, является то, что он предлагался автором для эксплуатации в отхожих местах, оборудованных ватерклозетами. Выгреба системы Моньо в нашей стране назывались выгреб Шамбо, по причине того, что техник Шамбо являлся представителем привилегированной системы Моньо в России. В книгах [7, 8] приводится информация о том, что первая конструкция выгреба, герметически закрытого загнивателя, была предложена французским изобретателем Луи Мура (Mouras) в 1860 г. В Англии первый септический биореактор – «септик-тэнк» был построен инженером Камероном в 1895 г. [8].

Следует отметить, что многочисленные положительные отзывы от достаточно широкого внедрения в практику выгребов системы Моньо *способствовали формированию концепции строительства в поселениях децентрализованной схемы сплавной канализации с локальными очистными сооружениями*.

Несмотря на доминирование концепции устройства сплавной раздельной канализации

в настоящее время *вывозная система по-прежнему применяется во многих странах в неканализованных районах крупных городов и в малых поселениях*.

В книге М.Ю. Белявского [8] отмечается, что в 50-х гг. XIX столетия «*после десятилетней практики сплава в Темзу нечистот города Лондона через посредство уличных дождевых каналов, многочисленными специальными комиссиями был окончательно выяснен величайший вред, наносимый здоровью населения загрязнением реки*». В этот период были проведены натурные исследования и разработаны теоретические основы *процесса самоочищения рек от загрязнений, поступающих со сточными водами*. Уже тогда было отмечено, что значительную роль в процессе самоочищения поверхностных водных объектов выполняют водоросли (альги) и солнечный свет, а бактерии, живущие в сточных и речных водах, и различные микроорганизмы своей жизнедеятельностью выполняют процесс окисления органических загрязнений [8]. В конце 70-х гг. XIX в. французские химики установили, что нитрификация в почве происходит под действием живого фермента.

На основе исследований, выполненных Петтенкофером, Кнауфф и рядом других ученых, было предложено следующее правило: допускается спускать в реку сточные воды, если наибольший секундный расход составляет 1:15–1:50 наименьшего расхода (в межень) реки и скорость течения воды в ней не менее чем у сточных вод, т. е. не менее 0,6 м/с [9]. Для исследования речной воды и влияния на состояние рек сброса в них городских сточных вод в Англии в 1868 г. была создана комиссия Rive pollution commission, которая поставила работу в этой области на научную основу [4, с. 28]. На базе рекомендаций по выбору метода очистки сточных вод, разработанных учеными, входящими в состав комиссии, в Англии был принят «Public Health Act 1875», который *считается первым в Европе законом, направленным на защиту рек от стока в них экскрементов и загрязняющих веществ, содержащихся в производственных сточных водах* [9, с. 32]. Изданный в 1876 г. закон «Rivers Pollution Act» запрещал возможность образования новых источников загрязнения рек, подробно описывал требования к составу сточных вод на выпуске и, самое главное, поручал наблюдать за этими вопросами не местному, а центральному санитарному управлению Англии.

В 1886 г. членами специальной комиссии третьего (строительного) отдела Императорского русского технического общества был опубликован доклад, согласно которому «*все те системы, которые не допускают устройства ватерклозетов, должны остаться неудовлетворительными, если взамен ватерклозетов они не вводят другого устройства*» [6, с. 331]. В 1895 г. специальная секция «Русского общества охранения народного здоровья» приняла общие положения по удалению нечистот из городов, основными из которых являются следующие:

сточные воды из городов необходимо отводить по подземной сети трубопроводов, атмосферные осадки допускается отводить по поверхности улиц; «для предупреждения засорения рек и естественных водоемов не следует спускать в них грязные домовые и фабричные воды, как содержащие, так и не содержащие фекалии, без предварительной очистки их» [6, с. 332].

Концепция очистки сточных перед выпуском их в поверхностные водные объекты практически появилась одновременно с реализацией первых проектов по строительству перехватывающих общесплавных канализационных коллекторов (для Лондона такой проект был выполнен в 1854 г., строительство осуществлялось с 1859 по 1865 г. [2]). В конце XIX столетия во многих европейских государствах строительство выделительных станций на выпусках сточных вод с применением механических методов очистки для задержания мусора и оседающих веществ стало нормативным требованием административных организаций.

Следующим этапом в повышении качества очистки сточных вод было внедрение в практику технологии обработки сточных вод химическими реагентами в Англии и Германии. Первым исследователем в этой области считается Хайгс (W. Higgs), который в 1846 г. взял патент в Англии на способ очищения сточных вод посредством обработки их известью и хлорным газом [4]. Первая станция очистки химическим методом была введена в эксплуатацию около 1860 г. До этого было произведено большое число экспериментов с применением в качестве реагентов практически всех известных в то время химических соединений и их комбинаций с добавлением в ряде способов порошкообразных веществ (торф, зола, древесный и костяной уголь, асбест, глина и пр.). Только в Англии с 1846 по 1886 г. было выдано 454 патента на способы очистки сточных вод химическим методом. В работе инженера-технолога П.Ф. Горбачева [4] четко сформулирована актуальная и сегодня **концепция** поиска рационального решения по обезвреживанию сточных вод посредством их очистки с выделением загрязнений с целью их утилизации. Им отмечено, что «в первое время все усилия изобретателей были направлены к тому, чтобы наряду с обезвреживанием сточных вод получить ил с наибольшим содержанием удобрительных веществ». В период 1870–1877 гг. в Англии ряд компаний, занимающихся переработкой сточных вод в удобрения, прекратили свое существование из-за нерентабельности производства. Это послужило формированию представления о том, что невозможно получить доходное предприятие по химической очистке сточных вод. При этом следует отметить, что коммерческие предприятия по переработке сточных вод с применением реагентов (фосфорнокислый алюминий, фосфорнокислая известь, фосфорнокислый магний и др.), позволяющих дополнительно повысить ценность производимых удобрений, также оказались нерентабельными.

По данным П.Ф. Горбачева [4], в 1889 г. в Англии химическая очистка сточных вод осуществлялась в 16 городах, в том числе в Лондоне. В Германии аналогичные станции действовали в 10 городах, а во Франции в двух городах. Широкому применению химического метода во многих случаях способствовало отсутствие вблизи с городами земельных участков с почвой, пригодной для устройства полей орошения.

Для оценки фактического положения в области сбора и обезвреживания домовых сточных вод в конце XIX столетия следует принять к сведению следующие статистические данные: во Франции *вывозная система экскрементов* применялась на всей или части территории – 431 из 448 городов; в Германии в 217 городах из 235; в Бельгии, Голландии и Австрии почти во всех городах [4].

Применение химической очистки на практике показало, что у этого метода имеется ряд недостатков, основным из которых является образование большого количества осадка, для которого нет практического применения.

К числу наиболее интересных поисковых работ, выполненных в период 80–90-х гг. XIX столетия, следует отнести: исследования по применению реагентов, обладающих способностью окислять органические загрязнения и дезинфицировать очищенные сточные воды (перманганат калия, гипохлорит кальция и натрия и др.); исследования по электрохимической очистке сточных вод в электролизерах с растворимыми анодами из железа (способ Вебстера 1890 г.); исследования по дезинфекции и очистке сточных вод посредством смешения их с морской водой или раствором хлористого натрия, которые предварительно были подвергнуты обработке в электролизерах с угольными электродами (способ предложен Эрмитом и испытан на промышленной установке в 1892 г.); исследования по «взбалтыванию сточных вод с воздухом» и аэрации их на градирнях с загрузкой из проволоочной решетки; исследования по экстракции бензином или сернистым углеродом жиров из осадков сточных вод и утилизации жиров в качестве смазочных веществ и сырья для производства мыла [4, 8, 9].

Кроме перечисленных выше поисковых работ, следует обратить внимание на исследования по применению огневого метода обезвреживания экскрементов. За период с 1878 по 1883 гг. в Москве и С.-Петербурге было построено несколько крупных жилых и общественных зданий, оборудованных печами для сжигания человеческих экскрементов и хозяйственных вод [5].

По мере распространения в европейских городах практики использования сплавной канализации со сбросом сточных вод в реки, происходило накопление информации, на основе которой были сформулированы основные положения *концепции о необходимости очистки и обеззараживания сточных вод перед выпуском их в водные объекты.*

Параллельно с развитием теории и практики очистки сточных вод механическими и химическими методами происходило совершенствование и внедрение в ряде городов технологий утилизации сточных вод на полях орошения сельскохозяйственных угодий и обезвреживания сточных вод на полях фильтрации. Одним из фундаментальных английских санитарных законов, определившим главное направление в поиске рациональной технологии «оздоровления городов», является «Sewage Utilization Act 1865», в котором приведены указания относительно сельскохозяйственной обработки сточных вод, сплавляемых по каналам на поля орошения за границей города [9].

Первые поля орошения, предназначенные специально для очистки городских сточных вод, были построены по предложению инженера Лейтама в английском городе Кройдон в 1860 г. по причине наложения запрета судом на сброс сточных вод из общесплавной канализации в ручей, протекающий вблизи города [4, с. 57]. К концу XIX столетия в Англии поля орошения эксплуатировались уже в 42 городах. Во Франции первые опыты по применению полей орошения начались в 1869 г. под Парижем, а в Германии первые поля орошения были устроены в 1872 г. в Данциге. В Германии поля орошения получили широкое распространение, а в других странах континентальной Европы (Италия, Испания и Швейцария) имеются только единичные примеры строительства таких сооружений.

На международном гигиеническом конгрессе в Лондоне (1892 г.) способ очистки сточных вод на полях орошения был признан самым лучшим из известных к тому времени способов [8]. Это способствовало тому, что в ряде крупных городов (Лейчестер, Берлин, Париж, Москва, Киев, Одесса и др.) в конце XIX в. были построены канализационные сети, по которым сточные воды отводили на поля орошения. Следует отметить, что в начале XX в. новые станции очистки сточных вод химическим методом уже не строились. Практика строительства и эксплуатации полей орошения показала, что данная технология очистки сточных вод имеет целый ряд ограничений.

Систематические лабораторные и натурные исследования по фильтрованию сточных вод на различных видах почвы, выполненные Эдуардом Франклендом в 1868 г. [4, 8], позволили ему разработать практические рекомендации по эксплуатации полей орошения и предложить технологию перемежающейся (или периодической) фильтрации, которая является первообразом искусственной биологической очистки на биофильтрах с использованием аэробных бактерий. Технология периодической фильтрации нашла широкое практическое применение в штате Массачусетс в Северной Америке благодаря тому, что в 1887 г. там были начаты экспериментальные исследования по совершенствованию этого метода очистки [8, 10].

Важным этапом исследований по очистке сточных вод биологическим методом в анаэробных условиях являются эксперименты, выполненные Скотт Монкриевым и Дибдином в Англии и Шведером в Германии [11, с. 590]. Результаты их исследований кардинально повлияли на поиск высокоэффективного, низкочастотного и универсального, не зависящего от местных (геологических, гидрологических и др.) условий метода очистки сточных вод и практически способствовали формированию нового направления в исследованиях – на сооружениях искусственной биологической очистки.

В начале 80-х гг. XIX в. английский химик Варрингтон на основе экспериментов установил, что процесс окисления органических веществ, содержащихся в сточных водах, в почве происходит при участии микроорганизмов, и обосновал возможность создания искусственной среды с большей окислительной производительностью, чем обладает натуральная почва. Кроме того, были сформулированы научные положения предложенной им ферментативной теории нитрификации [8].

К 1901 г. было построено большое число станций очистки с биофильтрами различных конструкций, например, в городах: Дарлингтон, Спенимур, Молверн, Типтон, Вульвергамтон, Агрингтон, Гарфильд, Аштед, Баргед и др. [12, с. 156]. Значительные результаты по совершенствованию биологического метода очистки были получены профессором Дунбаром на опытной станции в Гамбурге (1901–1902 гг.), профессором Calmette на опытной станции во французском городе Лилле (1904 г.), в России доктором С.К. Державским на опытной станции в Царском селе (1902–1905 гг.) и инженером М.И. Биманом на опытной станции септических танков и биофильтров, расположенной на Московских полях орошения (1903 г.) [13, 14].

Существенное видоизменение в технологии биологической очистки произошло после проведения профессором Дунбаром в Гамбурге экспериментов по интенсификации процесса окисления загрязнений в биореакторе за счет подачи в него воздуха для устранения «гнилостного разложения» [11, с. 591]. Исследования Фуулера, выполненные в 1912–1913 гг. по теоретическому обоснованию очистки сточных вод в свободном объеме жидкости с использованием аэрации, а также эксперименты Ардерна и Локетта, выполненные в 1914 г. по аэрации сточных вод в открытых емкостях с помощью керамических пластин, позволили им разработать классическую схему биологической очистки с рециркуляцией активного ила на комплексе сооружений – аэротенк и вторичный отстойник [15, с. 122].

В 1899 г. на четвертом русском водопроводном съезде по предложению инженера-технолога П.Ф. Горбачева [11, с. 583–591] делегатами была единогласно одобрена концепция сравнения способов очистки – «из искусственных способов очищения *раци-*

ональными являются те, которые при достаточной степени очищения сточных вод обеспечивают также и возможность правильного и удобного удаления грязных осадков, остающихся после очищения».

В первой четверти XX в. бурный рост промышленного производства и, как следствие, резкое увеличение численности городского населения привели к тому, что концепция биологической очистки сточных вод занимает лидирующую позицию по сравнению с технологией утилизации сточных вод на полях орошения. Это превосходство было законодательно закреплено введением в практику нормативных документов в виде норм и правил проектирования таких объектов. В то же время в нормативных документах прямого запрета на применение технологии почвенной очистки сточных вод не было, и сегодня действуют нормативные документы, регламентирующие правила проектирования и эксплуатации объектов с применением такой технологии (СП 32.13330.2012, СанПиН 2.1.7.573-96, DIN EN 12566, рамочная директива ЕС 86/278 EWG и др.).

По мнению авторов монографии [16, с. 394], в Европе в XX столетии при проектировании систем переработки сточных вод не применялось требование по использованию питательных веществ, содержащихся в сточных водах. В техническом справочнике компании «Дегремон» [17, с. 115] отмечается, что в настоящее время основной целью повторного использования сточных вод в сельском хозяйстве является полив растений, а не почвенная очистка или внесение питательных веществ.

В первой четверти XX в. **общепринятой парадигмой** становится метод канализования населенных пунктов по централизованной схеме с устройством коммунальных станций очистки бытовых сточных вод биологическим методом.

По истечении ста лет с начала применения биологической очистки бытовых сточных вод в сознании исследователей и практиков сложилась система научных знаний, из которых следует, что данный метод очистки неизменно остается одним из самых надежных, экономически оправданных и перспективных. В то же время общеизвестно, что биологическая очистка, основанная на использовании микроорганизмов для биохимического окисления загрязнений, имеет существенные недостатки:

- биодеструкция и трансформация органических и минеральных веществ с помощью аэробных бактерий сопровождается выделением колоссального количества углекислого газа в атмосферу и потреблением большого количества кислорода;

- в процессе очистки в аэробных условиях происходит прирост биомассы (0,5–1,5 кг на 1 кг удаляемого БПК [15]), что приводит к существенному увеличению количества сухого вещества в осадке, выделяемого из сточных вод;

- в процессе очистки в анаэробных условиях происходит прирост биомассы в 10 раз меньше, чем

при аэробном процессе, кроме того, применение анаэробных реакторов позволяет получать биогаз, но наличие целого ряда технологических недостатков (например, небольшие скорости реакции процесса) у анаэробного процесса ограничивает его применение в виде самостоятельной стадии и определяет его применение как обязательное дополнение к аэробному процессу очистки сточных вод [15];

- на станциях очистки сточных вод, работающих по традиционной технологии биологической очистки с аэротенками, в настоящее время не задерживаются в надлежащей мере синтетические органические вещества, в числе которых лекарственные препараты, моющие средства, гербициды и другие, широко применяемые в быту и промышленности новые синтетические органические вещества;

- обработка и захоронение осадков, образующихся на станциях биологической очистки сточных вод, является достаточно сложной и энергозатратной технологией.

По данным работы [18] к числу перспективных направлений в области искусственной биологической очистки относятся технологии по культивированию микроводорослей с использованием в качестве субстрата сточных вод. При реализации этой технологии положительным является то, что эмиссия парниковых газов существенно снижается за счет выделения водорослями кислорода в результате фотосинтеза и поглощения водорослями углекислого газа, а также достигается высокий эффект удаления биогенных элементов и ряда тяжелых металлов из сточных вод. Для реализации такого процесса требуются значительные земельные площади, поэтому данную технологию рекомендуется применять только на станциях очистки небольшой производительности в сельской местности. Кроме того, современные исследования показали, что культивирование микроводорослей на сточных водах для производства биотоплива неэффективно, по сравнению процессом культивирования микроводорослей на пресной воде.

Одним из основных направлений по интенсификации работы биореакторов биологической очистки является повышение в них концентрации биоценоза. Поиск технологических решений для достижения этой цели привел к разработке и внедрению в практику большого ряда высокоэффективных комбинированных биореакторов и сооружений. Доза ила в классических аэротенках на практике поддерживается 1,2–3 г/л с целью обеспечения нормальной работы вторичных отстойников [15, 19]. Окислительная мощность по БПК классических капельных биофильтров при полной биологической очистке городских сточных вод составляет 0,1–0,3 кг/(м³·сут) [20], а классических аэротенков – 0,1–1,5 кг/(м³·сут) [15]. В модифицированных аэротенках с погружными или внешними мембранными фильтрами доза ила не должна превышать 12–16 г/л [21]. В современных конструкциях

аэрируемых затопленных биофильтров с загрузкой из гранулированного или порошкообразного активного угля концентрация биоциноза может быть доведена до 15–50 г/л [22], а окислительная мощность по БПК биофильтров с псевдооживленным слоем загрузки – до 10 кг/(м³·сут) [23]. В настоящее время совершенствование технологии обезвреживания бытовых сточных вод, основанной на применении биореакторов для основной биологической очистки в аэробных условиях, очевидно, достигло предельного уровня по окислительной мощности органических и минеральных веществ.

Применение традиционного методологического способа поиска высокоэффективных технологий обработки сточных вод, основанного на приеме комбинирования различных технологических процессов, по-прежнему позволяет исследователям получать новые знания и технологические решения, позволяющие достигать требуемого уровня очистки сточных вод. Это подтверждается материалами литературных обзоров, выполненных В.Я. Кофманом [18, 24–26]. Наряду с выполнением традиционных исследований по интенсификации технологии биохимического окисления посредством комбинирования процессов биологической и физико-химической очистки, селекции штаммов и культур микроорганизмов, способных не только разрушать, но и утилизировать сложные синтетические органические соединения, наблюдается увеличение количества публикаций по результатам исследований аспектов темы – обработка и утилизация компонентов сточных вод, получаемых на основе реализации базового технологического приема – разделения бытовых (хозяйственно-фекальных) сточных вод на два или три потока.

На основе обобщения результатов современных исследований можно сделать вывод о том, что биологическая очистка является одним из основных процессов (элементов схемы) при разработке новых модифицированных технологий обработки разделенных потоков бытовых сточных вод. Обработка на станциях очистки более концентрированных бытовых сточных вод за счет выделения из них хозяйственных (серых) сточных вод однозначно повысит энергоэффективность применения аэробных биореакторов и позволит расширить практику применения анаэробных биореакторов.

По данным автора статьи [26] в ряде зарубежных стран по разработке технологий разделения бытовых сточных вод на отдельные виды и их раздельной обработки с конца 1990-х гг. выполняются систематические исследования и производственные испытания, но, самое главное, в Германии уже разработаны нормативы для повторного не питьевого использования серых сточных вод.

Из всего перечня актуализированных отечественных СНиПов, устанавливающих нормы проек-

тирования систем внутренней и наружной канализации различных объектов, только в СП 53.13330.2011 допускается при отведении сточных вод из зданий на территории садоводческих (дачных) объединений граждан выделение хозяйственных сточных вод в отдельный поток для последующей их индивидуальной обработки.

При описании актуальных задач по очистке городских сточных вод составители справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2015 указывают, что в настоящее время «происходит кардинальная смена парадигмы очистки сточных вод централизованных систем водоотведения – с переходом от задачи очистки (уничтожения загрязнений) к задаче рекуперации всех компонентов сточных вод, при сохранении эффективности очистки». Следует обратить внимание на то, что в ИТС 10-2015 ничего не сказано о технологиях разделения бытовых (хозяйственно-фекальных) сточных вод на несколько потоков и их раздельной обработки.

В странах ЕС регулирование в области охраны окружающей среды и комплексного предотвращения и контроля загрязнений, посредством внедрения наиболее доступных технологий, осуществляется в соответствии с Директивой ЕС 96/61/ЕС в редакции Директивы 2008/1/ЕС. Ключевые требования в обращении с городскими сточными водами изложены в Директиве 91/271/ЕЕС. Относительно вопроса о повторном использовании компонентов сточных вод в Директиве 91/271/ЕЕС в статьях 12 и 14 написано, что очищенные сточные воды и осадки, выделенные при их очистке, должны привлекаться к повторному использованию, а маршруты их утилизации должны быть разработаны так, чтобы свести к минимуму их отрицательное воздействие на окружающую среду.

Выводы. 1. Основным методологическим принципом при разработке рациональных технологий по отведению и очистке сточных вод является выбор и обоснование целесообразности применения технологических решений по разделению (или смешению) отдельных категорий и видов сточных вод, отводимых от различных приемников сточных вод (санитарных приборов и других технических устройств). Анализ технической литературы и нормативной документации по канализованию поселений и промпредприятий, опубликованных в период с 1840 г. по настоящее время, показывает, что границы поиска новых технологических приемов по сбору, отведению и очистке сточных вод, а также границы исследований по совершенствованию практически применяемых способов обработки сточных вод непрерывно расширяются.

2. На выбор технологии удаления и обезвреживания хозяйственных и фекальных сточных вод существенное влияние оказывают местные условия. В число основных параметров, влияющих на выбор технологии, входят: расход сточных вод, образу-

щихся в поселении или на объекте канализования; климатические, геологические и гидрологические условия на территории объекта; рельеф местности и, самое главное, наличие и параметры поверхностного водного объекта, который может быть использован в качестве приемника очищенных сточных вод.

3. Формирование и развитие прикладной технической науки «канализация» как составной части отрасли научных знаний «санитарная техника» было обусловлено запросами общественно-исторической практики. Эволюционное развитие санитарной техники, берущей свое начало в накопленных до середины XIX столетия практически-обыденных знаниях о гигиене человека и строительстве водоводов и водостоков, перешло в интенсивное развитие по причине формирования конкретного запроса практики: поиск технологии сбора и удаления человеческих экскрементов из городских домов, обеспечивающей улучшение санитарных условий в жилищах и в поселениях в целом. Экономические затраты на транспортирование нечистот к месту их обезвреживания так же, как и сегодня, входили в число ключевых показателей при сравнении технологий. В 70-х гг. XIX в. были начаты работы по нормированию загрязнений в очищенных сточных водах с целью снижения отрицательного воздействия на окружающую среду. Практическая реализация мероприятия по предотвращению эвтрофикации водных объектов стала осуществляться в ряде стран только в конце XX в., несмотря на то, что отрицательное воздействие биогенных веществ, сбрасываемых со сточными водами, и основы процессов нитрификации и денитрификации были изучены во второй половине XIX в.

4. В истории развития санитарной техники за период с середины XIX столетия до настоящего времени можно условно выделить **пять этапов**, отличающихся между собой тем, что на протяжении определенного промежутка времени в развитых странах доминировала конкретная (определенная) система теоретических и нормативных положений по вопросам сбора, отведения, очистки и утилизации компонентов сточных вод.

На первом этапе доминировала система теоретических и нормативных положений по вопросам сбора и удаления сточных вод, нацеленная на внедрение новых технологий: замены выгребов на ва-терклозеты и сплава экскрементов и хозяйственных сточных вод совместно с поверхностными сточными водами по системе водосточных трубопроводов и каналов в водные объекты без сооружений очистки.

На втором этапе – система общесплавной канализации должна была быть дополнена *сооружениями механической и химической очистки для выделения загрязнений на выпусках сточных вод в водные объекты.*

На третьем этапе – система канализации должна была быть дополнена *сооружениями почвенной*

очистки на сельскохозяйственных полях орошения или полях фильтрации.

На четвертом этапе – в составе централизованной системы канализации для обезвреживания бытовых сточных вод должны были применяться сооружения механической (первичной) и биологической (вторичной) очистки.

На пятом (современном) этапе – в составе централизованной системы канализации для обезвреживания бытовых сточных вод должны применяться коммунальные сооружения механической (первичной) и биологической (вторичной) очистки, а для крупных станций очистки с выпуском сточных вод в чувствительных зонах водных объектов требуется дополнительно применять технологии (третичной) очистки для удаления соединений азота и фосфора.

5. В первой четверти XX в. **общепринятой парадигмой** становится метод канализования населенных пунктов по централизованной схеме с устройством коммунальных станций очистки бытовых сточных вод биологическим методом. В настоящее время совершенствование технологии обезвреживания бытовых сточных вод, основанной на применении биореакторов для искусственной биологической очистки в аэробных условиях, *достигло предельного уровня по окислительной мощности органических и минеральных веществ.*

6. В начале XXI в. **происходит смена парадигмы** в области сбора, отведения и очистки бытовых сточных по причине возобновления поиска ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих сокращение эмиссий в окружающую среду, за счет внедрения в практику технологических решений по разделению бытовых (хозяйственно-фекальных) сточных вод на отдельные потоки с целью производства из компонентов сточных вод вторичной продукции.

7. Перспективным направлением по комплексному решению задачи отведения и обезвреживания бытовых сточных вод является дальнейшее развитие концепции разделения их на отдельные потоки с целью достижения гигиенических, природоохранных и других технологических нормативов при осуществлении процессов очистки сточных вод и утилизации компонентов сточных вод. Биологическая очистка наряду с физико-химической очисткой является одним из основных процессов при разработке новых модифицированных технологий обработки разделенных потоков хозяйственных и фекальных сточных вод.

8. В действующей нормативной документации РФ (за исключением норм по проектированию канализации на территории садоводческих (дачных) объединений граждан) нет указаний о рассмотрении возможности разделения хозяйственных и фекальных сточных вод на отдельные потоки.

9. Законодательное и нормативное закрепление *концепции по отведению из многоквартирных жилых*

зданий хозяйственных и фекальных сточных вод в одном потоке на очистные сооружения централизованной системы канализации препятствует внедрению в практику передовых модифицированных технологических решений по сбору, отведению и очистке сточных вод, обеспечивающих возможность производства из компонентов сточных вод вторичной продукции.

10. Ключевым фактором, определяющим объем и уровень экспериментальных исследований и натурных испытаний технологических решений по разделению бытовых сточных вод на несколько потоков с целью осуществления их раздельной очистки и утилизации компонентов сточных вод, является разработка и утверждение нормативных документов, регламентирующих основные санитарные правила и технологические нормы применения таких технологий.

11. В ближайшей перспективе после разработки и внедрения модифицированных технологий разделения экскрементов и хозяйственных сточных вод с целью раздельной их обработки с утилизацией компонентов сточных вод будет осуществляться постепенный переход от централизованной к децентрализованной раздельной системе канализации для хозяйственных и фекальных сточных вод.

12. Принимая во внимание выявленные в современных условиях проблемы с «новыми загрязняющими веществами» (emerging contaminants), обнаруженными в городских сточных водах на выходе с сооружений биологической очистки, вопрос о перспективности применения огневого метода для обезвреживания человеческих экскрементов должен быть исследован на новом уровне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Николин Я.И.* Исторический очерк развития канализации городов. Отдел 1. Древний мир. Томск: Типо-Литография Сибирского товарищества печатников, 1909. 62 с.
2. *Попов М.* Санитарные мероприятия. Стоки за границую и в России. Отдел первый. Городские и загородные стоки за границую. СПб.: Типография Эдуарда Гоппе, 1875. 221 с.
3. *Галанин М.И.* Санитарная организация в Западно-Европейских государствах. Ч. 1. Англия, Австрия, Германская Империя, Италия, Франция. СПб.: Товарищество паровой скоропечатни Яблонский и Перотт, 1889. 213 с.
4. *Горбачев П.Ф.* Удаление и уничтожение нечистот в Западной Европе. СПб.: Типография Министерства Внутренних Дел, 1898. 137 с.
5. *Битнер И.И.* Разнообразные системы устройства выгребов отхожих мест и приборов, заменяющих выгребы (отдельный оттиск из журнала «Инженерный журнал», 1892, № 10,11 и 12). С.-Петербург: Типография и литография В.А. Тиханова, 1892. 132 с.
6. Труды Русских водопроводных съездов. Съезд третий. 19–25 марта 1897 г. в С.-Петербурге. М.: Типо-литография Т-ва И.Н. Кушнерев и Ко, 1898. 383 с.
7. *Иванов А.Д.* Очистка сточных вод биологическим, механическим и химическим способами. М.: Товарищество типографии А.И. Мамонтова, 1908. 58 с.
8. *Белявский М.Ю.* Канализация городов. Очерк современного состояния канализационной техники в связи с очисткой сточных вод. Симферополь: Паровая типография Тавр. Губерн. Земства, 1909. 282 с.
9. *Галанин М.И.* Санитарная организация в Западно-Европейских государствах. Ч. 1. Англия, Австрия, Германская Империя, Италия, Франция. СПб.: Товарищество паровой скоропечатни Яблонский и Перотт, 1889. 213 с.
10. *Еншь А.* Принципы очистки городских и фабричных сточных вод и спуск их в реки // Зодчий. 1910. №13. С. 135–139, №15. С. 155–159, №18. С. 189–194, №19. С. 205–212, №20. С. 217–225.
11. Труды Русских водопроводных съездов. Съезд четвертый. 4–11 апреля 1899 г. в Одессе. М.: Типо-литография Т-ва И.Н. Кушнерев и Ко, 1901. 641 с.
12. *Платс И.О.* О применении биологического способа к полной очистке клоачных вод // Труды Русских водопроводных съездов. Съезд пятый. 25 марта 1901 г. в Киеве. М.: Типо-литография Т-ва И.Н. Кушнерев и Ко, 1902. С. 144–168.
13. *Иванов В.Ф.* Санитарная техника. Канализация населенных мест. Киев: Типография А.М. Пономарева п. у. И.И. Врублевского, 1911. 460 с.
14. *Биман М.И.* Очистка сточных вод г. Москвы. М.: Городская типография, 1909. 25 с.
15. *Жмур Н.С.* Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2003. 512 с.
16. *Онищенко Г.Г., Карамзинов Ф.В., Кирилов В.В.* Системный бенчмаркинг канализования, комплексная оценка и обеспечение безопасности водных источников: в 2 т. Т.1. СПб.: Новый журнал, 2011. 528 с.
17. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т. 1 / пер. с фр. СПб.: Новый журнал, 2007. 775 с.
18. *Ковман В.Я.* Культивирование микроводорослей для удаления биогенов из сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 6. С. 61–71.
19. *Демидов О.В., Скирдов И.В.* Интенсификация процесса биологической очистки сточных вод / О.В. Демидов, И.В. Скирдов // Водоснабжение и санитарная техника. 1996. № 3. С. 16–18.
20. *Возная Н.Ф.* Химия и микробиология. М.: Высш. школа, 1979. 340 с.
21. *Швецов В.Н., Морозова К.М., Нечаев И.А.* Теоретические и технологические аспекты применения биомембранных технологий глубокой очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2006. № 12. С. 25–29.

22. Воронов Ю.В., Саломеев В.П., Ивчатов А.Л. Реконструкция и интенсификация работы канализационных очистных сооружений / под ред. С.В. Яковлева. М.: Стройиздат, 1990. 224 с.

23. Хенце М., Армозс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод / пер.с англ. М.: Мир, 2009. 480 с.

24. Кофман В.Я. Новые окислительные технологии очистки воды и сточных вод. Ч.1 // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 10. С. 68–78.

25. Кофман В.Я. Новые окислительные технологии очистки воды и сточных вод. Ч.2 // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 11. С. 70–80.

26. Кофман В.Я. Повышение эффективности использования водных ресурсов: децентрализованная обработка серых сточных вод: (обзор) // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 4. С. 30–41.

Об авторе:

ШУВАЛОВ Михаил Владимирович
кандидат технических наук, директор
Академии строительства и архитектуры,
доцент кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)242-41-70
E-mail: ekos240@gmail.com

SHUVALOV Mikhail V.
PhD in Engineering Science, Director of the Academy of Civil
Engineering and Architecture, Associate Professor of the Water
Supply and Wastewater Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846)242-41-70
E-mail: ekos240@gmail.com

Для цитирования: Шувалов М.В. Диалектика совокупности теоретических, методологических и нормативных положений, применяемых для проектирования канализации поселений // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, №2. С. 35–45. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.6.

For citation: Shuvalov M. V. Dialectics of the Totality of Theoretical, Methodological and Normative Provisions Applied for the Design of the Settlements Sewage System // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 35-45. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.6.



Н.М. БОЧАРОВ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРОЕНИЯ СТАЛЕАЛЮМИНИЕВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

FEATURES OF THE FORMATION OF STEEL-ALUMINUM COMPOSITE MATERIAL STRUCTURE

Инициация процесса снижения растворимости Fe в направлении Al исходит от структурного состояния железа в момент экзотермического фазового превращения в интервале 450–550 °С. Построены экспериментальные кривые термического анализа стали Ст0. Установлена корреляция эффектов между функцией скорости нагрева и графиком дифференциально-термического анализа. Согласно полученным данным, тепловые параметры материалов при нетрадиционном подходе к исследованию проявляются отчётливее. В соединении технического железа (C<0,025 %) и алюминиевого сплава (Mg–1,1 %, Si–0,5 %) обнаружена неоднородность переходной зоны по протяжённости стыка. Исследование микротомографий поперечного сечения сварных точек показало недостатка металлов вблизи и по линии контакта в виде трещин, пористости, неметаллических включений.

Ключевые слова: тепловые эффекты, термический анализ, железо, алюминий, сварка, растворимость, интерметаллиды, биметаллы, сталеалюминиевые композиты.

The initiation of the process of decreasing the solubility of Fe in the direction of Al comes from the structural state of iron at the time of the exothermic phase transformation in the interval 450–550 °C. Experimental curves for the thermal analysis of steel St0 have been constructed. Correlation of the effects between the heating rate function and the differential thermal analysis plot is established. According to the data obtained the thermal parameters of materials with an unconventional approach to research are more pronounced. In the compound of technical iron (C <0,025 %) and aluminum alloy (Mg–1,1 %, Si–0,5 %) the inhomogeneity of the transition zone was determined by the length of the joint. The study of photomicrographs of the cross section of welded points showed the shortcomings of metals near and along the contact line in the form of cracks, porosity, nonmetallic inclusions.

Keywords: thermal effects, thermal analysis, iron, aluminum, welding, solubility, intermetallics, bimetals, steel-aluminum composites

Комбинированные материалы слоистой структуры из стали и алюминия находят широкое применение в области тяжёлого машиностроения, автомобилестроения, химической промышленности, судостроения, энергетической и аэрокосмической отраслях [1–5]. Использование многослойных конструкционных материалов позволяет значительно повысить ресурс деталей, элементов конструкций, работающих в условиях агрессивных сред, высоких температурных и силовых нагрузок [6, 7].

Сталеалюминиевые композиты обладают потенциалом рационализации строительных металлоконструкций. Однако внедрение существующих разработок без снижения эксплуатационной надёжности и долговечности затруднено. Остаётся открытым вопрос совмещения интерметаллических фаз

по принципу гетерогенного проектирования состава переходной зоны [8, 9] в качественный и прочный контакт. Главная проблема при сварке заключается в росте хрупкого слоя твёрдых растворов на основе железа, алюминия и оксидов, не отвечающего требованиям стабильности [10].

Сложный механизм растворимости в стыке двух различных сред системы «Fe–Al» представляет практический интерес для изучения закономерностей формирования контакта и управления технологией процесса в части определённых диапазонов температур. Известно, что Al растворяется в α-Fe в разы лучше, чем Fe в Al [11, 12]. По данным работы [13] воспроизведён график растворимости железа в твёрдом алюминии (рис. 1). Тенденция изменения предполагаемой функции, обозначенная сплошной

линией, характеризует резкий спад образования твёрдых растворов в интервале 500–600 °С, что соответствует теории «связи фазовых переходов и критических явлений со стационарными температурами» [14]. Изгиб кривой находится вблизи 514,5 °С, вертикаль разделяет две разные фазы. Вероятно, модификация второго порядка появляется после 514,5 °С [14]. Проведя аналогию кривой на рис. 1 с фазовой диаграммой «Al–Fe», обнаружено в узкой области температур 500–600 °С перитектическое превращение при 552 °С: $\alpha + \alpha'_2 = \text{Fe}_3\text{Al}$ [12].

С целью возможного регулирования реакции появления твёрдых растворов необходимо выполнить задачу идентификации компонента двойной

системы «Al–Fe», инициирующего процесс торможения растворимости.

Точность определения и диагностики параметров материалов во многом зависит от применяемых методик. Комбинированные подходы обладают большей результативностью, в отличие от одиночных. В качестве метода определения тепловых эффектов выбран дифференциально-термический анализ (ДТА) на калориметре ДТА-500 [15] в неклассическом исполнении. Нестандартность заключается в заранее предусмотренной тепловой обработке по методу изотермического дискретного сканирования (ИДС) [14] и использовании дополнительной термопары для регистрации скорости нагрева образца.

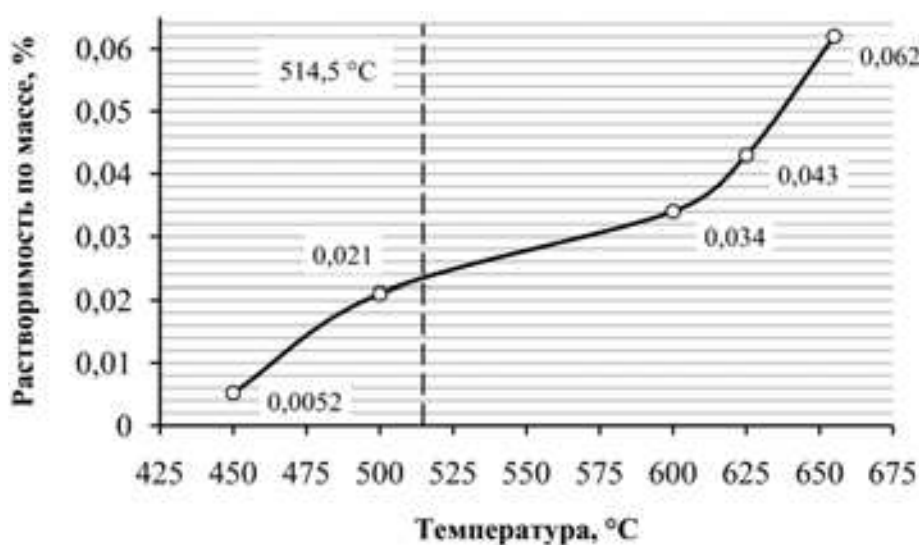


Рис. 1. Общая тенденция функции растворимости железа в алюминии [13]

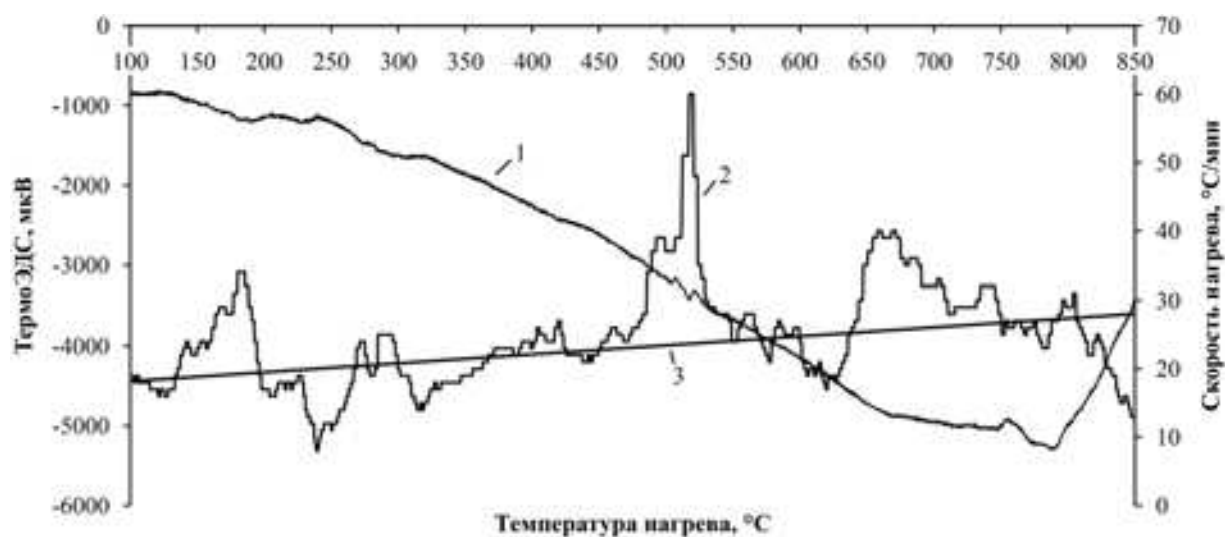


Рис. 2. Результат дифференциально-термического анализа стали Ст0 после термостатической обработки в течение 1 мин при 520 °С:

1 – кривая дифференциального термического анализа; 2 – график скорости нагрева образца; 3 – режим скорости нагрева калориметра

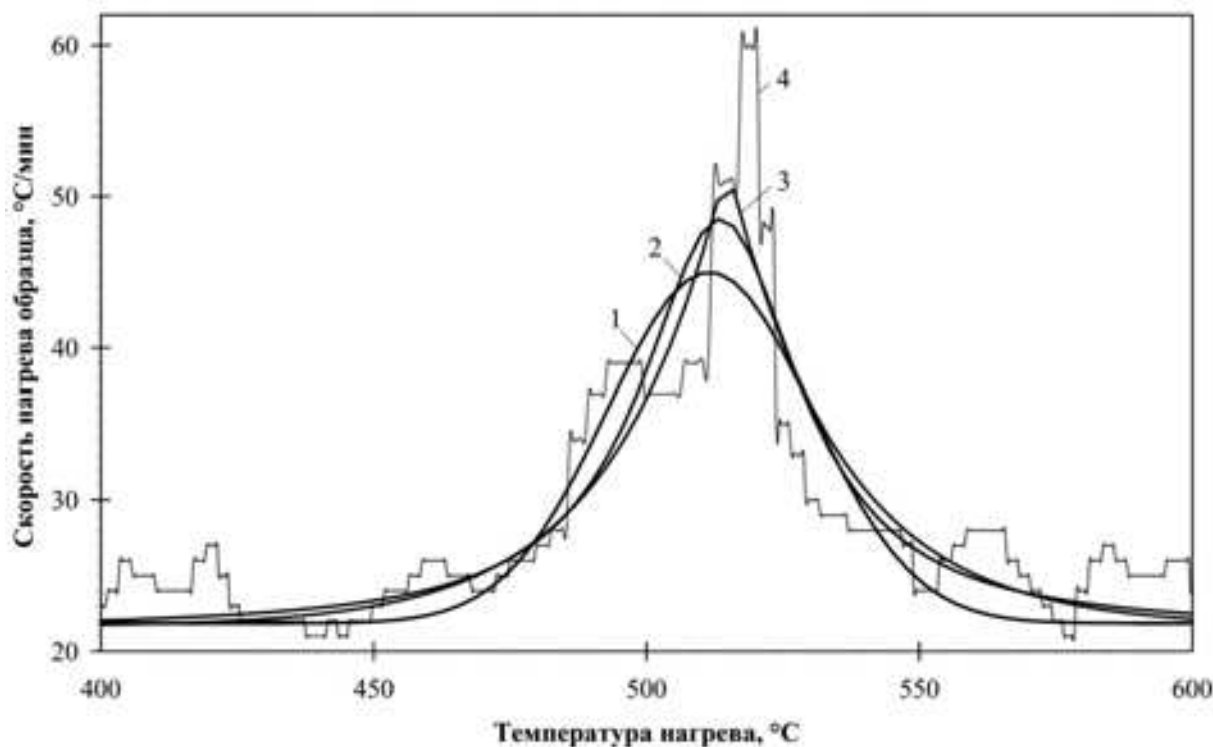


Рис. 3. Тепловой эффект стали в диапазоне температур замедления взаимного смешивания железа и алюминия:

1,3 – распределение Гаусса; 2 – профиль Вейта;
4 – экспериментальная функция скорости нагрева

План эксперимента:

1. Термостатическая обработка в рабочей камере калориметра ДТА–500 стали Ст0 размером 5x5x0,5 мм в течение 1 мин при температуре 520 °С.

2. Резкое охлаждение стали в среде кислорода.

3. Выставление программы нагрева ДТА по линейному закону (рис. 2, график 3).

4. Установка предварительно обработанного образца 5x5x0,5 мм Ст0 на термопару с возможностью одновременного построения графика скорости нагрева (°С/мин) термокамеры и стали.

5. Обработка результатов с прибора ДТА.

Материалы для точечной сварки: техническое железо толщиной 1,5 мм с содержанием углерода $C < 0,025\%$; алюминиевый сплав толщиной 2 мм с системой легирования $Mg-1,1\%$, $Si-0,5\%$.

Сварка выполнялась на оборудовании ТКМ – 75 при следующих параметрах: сила тока 80–85 кА, нагрузка около 0,18 МПа, диаметр электрода 5 мм.

Совокупностью методов ИДС–ДТА получен тепловой эффект с резким увеличением скорости нагрева стальной вырезки (рис. 2, 3) в диапазоне 450–550°С. Следовательно, перегиб на рис. 1 при 500°С является проявлением свойств железа в составе стали на процесс растворимости в алюминии. Графическое оформление функции нагрева (см. рис. 2, график 2) после термостатической обработки иллю-

стрирует высокую активность в поверхностных слоях металла, так как импульс на датчик термопары поступает в первую очередь с точки соприкосновения. По геометрическому состоянию восходящий фронт пика экспериментальной кривой имеет ступенчатый вид, нисходящий же – более умеренную кривизну (см. рис. 3, график 4), на кривой ДТА зафиксировано незначительное возмущение в тех же координатах. В первом приближении статистический вес состояния вещества в момент превращения можно аппроксимировать распределением Гаусса и профилем Вейта (см. рис. 3, графики 1–3).

Изменение наклона площадки снижения растворимости железа в алюминии относительно оси температур (см. рис. 1) или минимизации взаимодействия металлов регулируется введением в зону контакта легирующих металлических и неметаллических добавок. Это необходимая мера управления процессом синтеза. Сводная диаграмма плотностей [14] и результат точечной сварки технического железа и сплава алюминия (рис. 4) подтверждают, что между Fe и Al располагается серия соединений оксидов основных металлов композиции, смешанные кристаллические вещества сложной стехиометрии.

Исследование электронным микроскопом сварного стыка показало серьезные дефекты со стороны алюминиевого сплава (см. рис. 4): горизонтальная

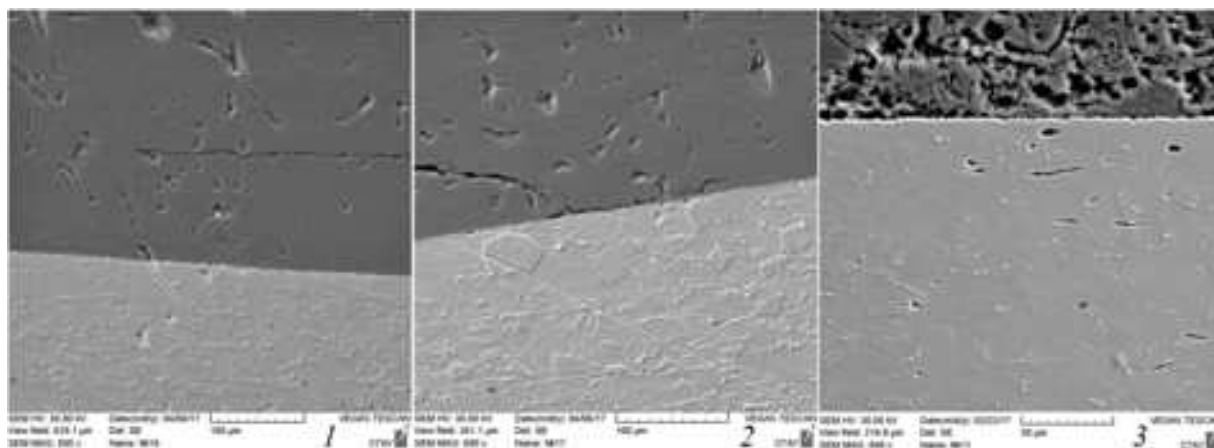


Рис. 4. Микрофотографии сварного стыка сталеалюминиевого композита: 1–х505 периферийная часть точки; 2–х600 периферийная часть точки; 3–х990 центр точки

микротрещина параллельно (1–х505) и в непосредственной близости интерметаллической прослойки (2–х600), высокая пористость (3–х990). На микрофотографии отчётливо виден консолидированный участок неметаллических включений тугоплавких окислов (3–х990, в верхнем правом углу). В середине сварной точки на плоскости железа (3–х990, светлый металл) имеются продолговатые поры размером от 5 до 30 мкм. Ориентация структуры и пустот связана со спецификой направленного воздействия электрического тока и работы пластической деформации.

Участки, подверженные наибольшему воздействию сварочного тока, преобразовались в области пониженной плотности с большим количеством полостей (см. рис. 4; 3–х990) на границе раздела фазовых составляющих материала. Такое состояние интерфейса недопустимо, так как существенно падает прочность сцепления слоёв. Структура на периферии стыка 1, 2 совершенно другая: поры в алюминии обособленные, иной геометрической формы и размера, расположены не так близко друг к другу, как в случае 3. Также заметна тонкая интерметаллическая прослойка, возможно пористая, толщиной около 2–5 мкм. Следовательно, неравномерное распределение энергии электрической дуги от сварочных электродов снизило встречный диффузионный поток металла, как в случае железа с алюминием (см. рис. 1).

Выводы. 1. В диапазоне температур 450–550 °С обнаружен экзотермический фазовый переход, влияющий на процесс образования твёрдых растворов, где координата 514,5 °С является границей между метастабильным и нестабильным состояниями фаз.

2. Торможение растворимости Fe в Al запускается сменой фазового состояния структуры железоалюминиевых интерметаллидов Fe_3Al_2 с одной модификации на другую. Начало процесса инициирует ферромагнитная структура железа (см. рис. 1 – 3).

3. В процессе исследования микрофотографий композита обнаружены дефекты, не совместимые с требованиями надёжности и долговечности. Выявлены участки с избыточной пористостью, трещинами и неметаллическими включениями.

4. Таким образом, для обеспечения эксплуатационной надёжности сталеалюминиевого композиционного материала подход соединения разнородных металлов требует более тонкой технологии регулирования структуры и свойств через проектирование состава интерфейса, опираясь на данные растворимости в твёрдом состоянии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рябов В.Р. Применение биметаллических и армированных сталеалюминиевых соединений / под ред. Э.М. Щербининой. М. : Metallurgia, 1975. 288 с.
2. Трыков Ю.П., Гуревич Л.М., Арисова В.Н. Диффузия в слоистых композитах: монография. Волгоград : ВолгГТУ, 2006. 403 с.
3. Толочина А.В. Ударное горячее прессование порошковых интерметаллидов системы Fe–Al // XII Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов», Москва, 13–16 октября 2015 г. : сборник материалов. М. : ИМЕТ РАН, 2015. С. 111–113.
4. Ковалёв В.В., Михеев В.С., Коберник Н.В. Особенности получения сталеалюминиевых соединений методами сварки плавлением // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016. №4. С. 93–112.
5. Биметаллические сталеалюминиевые соединения в судостроительных корпусных конструкциях / А.С. Орыщенко, Е.П. Осокин, В.И. Павлова, С.А. Заков // Автоматическая сварка. 2009. №10 (678). С. 43–47.
6. Строков О.В. Создание сталеалюминиевых композиционных материалов повышенной термостабильности на основе исследования характера пластической деформации металла в околошовной зоне

при сварке взрывом : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.10. Волгоград, 2010. 20 с.

7. Трыков, Ю. П., Гуревич Л.М., Проничев Д.В. Свойства и работоспособность слоистых композиционных материалов. Волгоград: ВолгГТУ, 2011. 88 с.

8. Дорошко Г.П. Условие совместимости металлов за пределом деформирования // Современные металлические материалы и технологии (СММТ' 2015) : Труды международной научно-технической конференции. 23–27 июня 2015 г. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2015. С. 560–570.

9. Дорошко Г.П. Дискретная основа химической термодинамики для проектирования структур // 20-я международная конференция по химической термодинамике и калориметрии в России : сборник материалов. Нижний Новгород, 2015. С. 357.

10. Исследование возможности повышения работоспособности сваренного взрывом сталеалюминиевого композита / В.И. Кузьмин, В.И. Лысак, О.В. Строков, В.В. Литвинов // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2006. № 9. С. 55–59.

11. Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник: в 3 т. : Т.1 / под общ. ред. Н.П. Лякишева. М. : Машиностроение, 1996. 992 с.

12. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа : справочник / под ред. О.А. Банных, М.Е. Дритца. М. : Металлургия, 1986. 440 с.

13. Кубашевски О. Диаграммы состояния двойных систем на основе железа: пер. с англ. / под ред. Л.А. Петровой. М. : Металлургия, 1985. 184 с.

14. Дорошко Г.П. Введение в температурный анализ свойств материалов / СГАСУ. Самара, 2007. 396 с.

15. Mikheev V.A., Doroshko G.P., Ilyukhin V.N. Constructional materials quality management according to the scanning thermal analyzer // 4th International Science and Technical Conference Metal Physics, Mechanics of Material and deformation processes, METALDEFORM 2015, 14–17 September 2015. Samara : Key Engineering Materials, 2016. Pp. 414–420.

Об авторе:

БОЧАРОВ Николай Михайлович
аспирант кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: bocharov_nikolya@mail.ru

BOCHAROV Nikolay M.
Postgraduate Student of the Production of Building Materials and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: bocharov_nikolya@mail.ru

Для цитирования: Бочаров Н.М. Особенности формирования строения сталеалюминиевого композиционного материала // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 46-50. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.7.

For citation: Bocharov N.M. Features of the Formation of Steel-Aluminum Composite Material Structure // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 46-50. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.7.

М.А. КРАШЕНИННИКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛИНОЗЕМИСТОЙ ДОБАВКИ НА СПЕКАНИЕ ЛЕГКОПЛАВКОЙ ГЛИНЫ МЕТОДОМ СЕЧЕНИЯ ДТА-ДИАГРАММ

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ALUMINA ADDITIVE ON SINTERING OF LOW-MELTING CLAY BY THE DTA DIAGRAM SECTION

Рассмотрен вариант использования легкоплавких глин для производства клинкерных изделий. В этом случае принято модифицирование шихты добавками, тугоплавкими и огнеупорными глинами. Перспективным подходом является использование относительно малого количества добавки с коррекцией режима обжига. Оптимизирован и разработан состав клинкерной массы с комплексной глиноземистой добавкой на основе промышленных отходов производства. Методом W-ИДС, включающим предварительный дискретный обжиг, дифференциальный термический анализ и испытание образцов на прочность при сжатии, получены диаграммы, которые дают полное представление о связи количества комплексной добавки в шихте с режимом обжига.

Ключевые слова: легкоплавкая глина, клинкерный кирпич, изотермическое дискретное сканирование, дифференциальный термический анализ

В настоящее время актуально мощение тротуаров и дорог штучными элементами – плиткой, кирпичом, камнем из природных каменных материалов (гранит, известняк, базальт), бетона (цементобетон и полимерцементобетон) и керамики (клинкерный кирпич, рядовой кирпич). В сравнении с бетонными изделиями одной марки по прочности на сжатие, клинкерный кирпич для мощения тротуаров и дорог является более долговечным за счёт низкого водопоглощения и высокой износостойкости, согласно ГОСТ 530 – 2012, ГОСТ 32311 – 2012 и ГОСТ 17608 – 1991, а рядовой кирпич не отвечает данным требованиям. Технология производства клинкерного дорожного кирпича предусматривает использование тугоплавких и огнеупорных глин с температурой обжига 1050-1200 °С, что приводит к увеличению себестоимости. Для использования в этих целях легкоплавких глин в шихту вносят значительное количество добавок, таких как:

осадочные кремнеземистые породы – трепел, диатомит, опока;

алюминийсодержащие отходы промышленности; тугоплавкие или огнеупорные глины.

Известно, что введение необходимого количества обогащающих добавок для производства клин-

A variant of using low-melting clays for the production of clinker products is considered. In this case it is customary to modify the charge with additives, refractory and refractory clays. A promising approach is to use a relatively small amount of additive with correction of the firing regime. The composition of clinker mass with a complex alumina additive based on industrial waste products is optimized and developed. The W-SID method including preliminary discrete firing, differential thermal analysis and compression strength test provides diagrams that give a complete picture of the relationship between the amount of the complex additive in the charge and the firing regime.

Keywords: low-melting clay, clinker brick, isothermal discrete scanning, differential thermal analysis

керного кирпича неизбежно ведёт к повышению температуры обжига и модернизации производства. Без значительного переоборудования и в целях снижения себестоимости продукции клинкерные изделия возможно получать по технологии изготовления рядового кирпича. В этом случае требуется уменьшить количество добавок, чтобы понизить температуру спекания черепка.

Оптимальное количество комплексной добавки для производства клинкерных изделий по технологии изготовления рядового кирпича из легкоплавкой глины составляет 0,01–5 %, которая активизирует химические процессы по месту локализации при обжиге, без увеличения его температуры выше 1100 °С [1, 2].

Цель данной работы – исследование влияния количества глиноземистой добавки на спекание легкоплавкой глины. Для этого требуется решить следующие задачи:

1. Исследовать влияние добавки в шихте на прочность образцов.

2. Построить диаграммы термического анализа дискретно обожженной глины и модифицированного сырья.

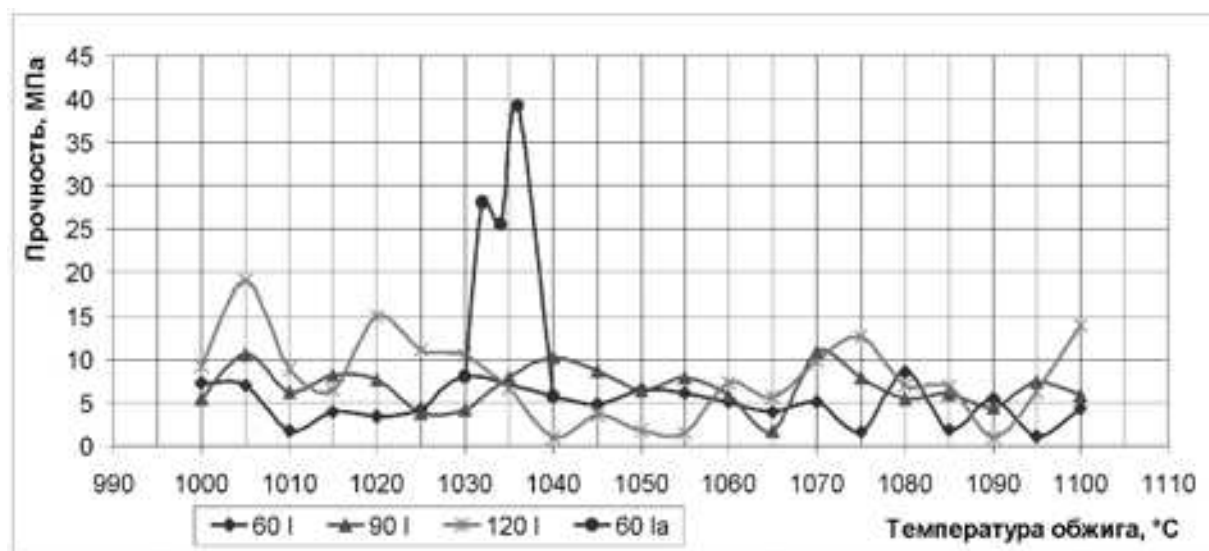


Рис. 1. Влияние температуры дискретного обжига на прочность шихты на основе легкоплавкой глины, модифицированной алюминатным отходом

3. Построить сечения по ДТА-диаграммам и определить по ним воздействие добавки на массу изделия при обжиге.

Используемое сырьё – челно-вершинская глина, в составе которой 65 % SiO_2 и 13 % Al_2O_3 , и комплексная добавка на основе промышленных отходов производства. Комплексная добавка КД32 введена в шихту в количестве 1–3 %. Ранее в работах В.М. Зубкова и Г.П. Дорошко с помощью анализа плотности было показано наличие таких новообразований в диапазоне 1000–1100 °С [3–8], который выбран для получения данных методом дискретного обжига.

Для решения поставленных задач был использован метод изотермического дискретного сканирования (ИДС) в его первоначальном варианте (А-ИДС). Он включает испытание на прочность при сжатии после изотермического обжига [9], который выполняется следующим образом: образец помещают в печь при заданной температуре ($T=\text{const}$ для каждого отдельного образца), затем извлекают после окончания выдержки ($t=\text{const}$ для всех образцов) и охлаждают на воздухе. Для обжига использована лабораторная электропечь камерного типа «СНОЛ 12/12». W-ИДС применён после термического сканирования и определения прочности при сжатии образцов: построены ДТА-диаграммы и диаграммы сечений их кривых по температурам сканирования, которые затем сопоставляются с данными А-ИДС при анализе.

В ходе эксперимента цилиндрические образцы со сторонами 7 мм были обожжены с шагом 5 °С, при выдержках 60, 90 и 120 с, после чего прошли термическое сканирование на диапазоне 100–550 °С при ДТА, затем испытаны на прочность при сжатии. По результатам испытаний построен график влияния

температуры на прочность шихты, модифицированной алюминатным отходом.

Для сравнения полученных результатов стандартного метода испытаний и А-ИДС были использованы данные отчета фирмы Keller с экспертной оценкой возможности производства керамического кирпича из глинистого сырья Челно-Вершинского месторождения. Прочность, по данным отчёта, в среднем в 5–6 раз меньше, чем установлено по данным W-ИДС для соответствующих температур обжига.

По результатам эксперимента средняя прочность образцов в диапазоне 1000–1100 °С составляла, учитывая разницу с данными отчета фирмы Keller, 65–85 МПа.

На рис. 1 показано влияние температуры обжига образцов с добавкой на прочность при сжатии, где кривые отражают выдержку образцов в течение 60, 90 и 120 с.

Из рис. 1 следует, что точки изменения роста или снижения прочности данного состава соответствуют температурам: 1015, 1035, 1050, 1065, 1090 °С. Также замечено, что характер роста прочности весьма резок при уменьшении количества добавки, что позволяет выявить диапазоны повышения и снижения прочности, не характерные для глины без добавки.

В отличие от испытаний по ГОСТу, сканирующее воздействие ИДС на образцы при внесении относительно малого количества добавки способствует увеличению прочности при сжатии по каждой температуре. При этом для получения требуемых характеристик клинкерного дорожного кирпича оптимизирован режим обжига не только оценкой наибольшей прочности образца при определённой температуре обработки, но и с учётом локальности импульса сканирования, связанного с неоднородно-

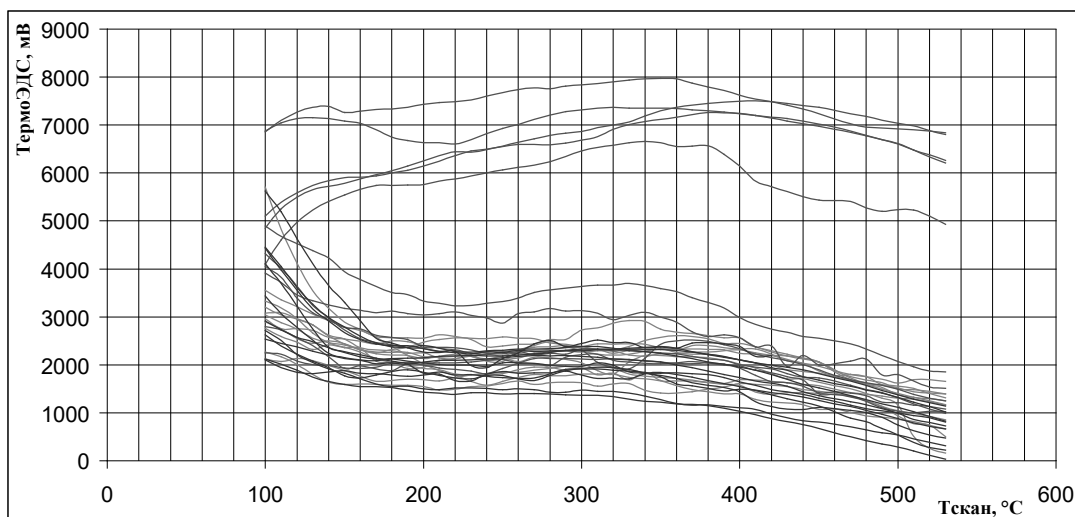


Рис. 2. Диаграмма ДТА образцов составов глины без добавки и с добавками 1 и 3 %

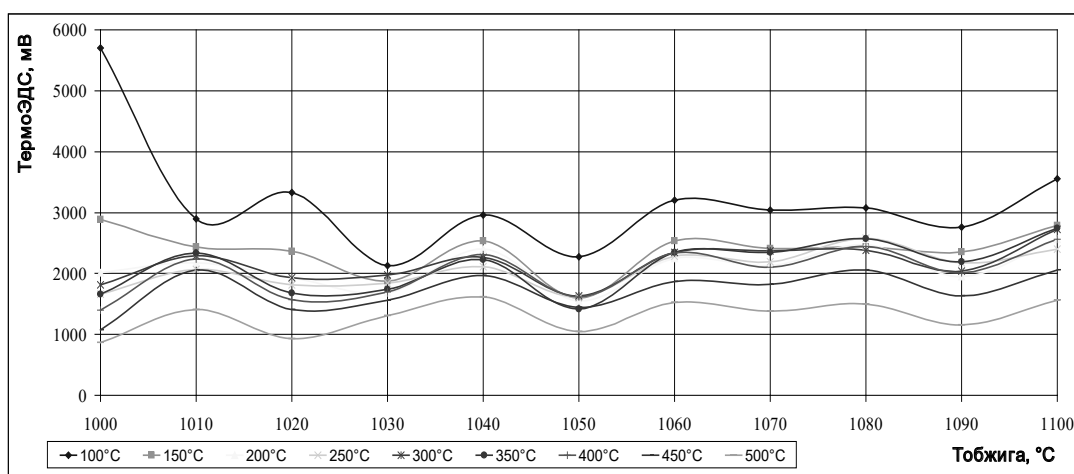


Рис. 3. Диаграмма сечения кривых ДТА глины без добавок

стью структурообразования при дискретном обжиге и времени выдержки образца. Тепловые эффекты активации по данным ДТА показаны в общем виде на рис. 2.

На рис. 2 представлены результаты термического сканирования на приборах ДТА и построена диаграмма, в которой вертикальная ось соответствует разности электропотенциалов (милливольтметр), горизонтальная ось – температуре сканирования на приборе, а кривые отражают данные влияния температуры обработки образцов после дискретного обжига. При сравнении рис. 1 и 2 выявлено, что с повышением количества добавки – смещаются точки по оси температуры, соответствующие началу/окончанию интервалов роста и снижения прочности. С целью дальнейшего анализа были выполнены сечения по температурам сканирования всех кривых по каждому составу. По результатам построены три диаграммы сечений (рис. 3–5), разделенные в зависи-

мости от количества добавки по составу, где вертикальная ось та же, что и для рис. 2, горизонтальная ось соответствует температуре обработки (обжига), кривые отображают температуры при сканировании на ДТА-приборах.

Сравнительный анализ глины без добавки позволяет выделить три тепловых эффекта:

1. Первый начинается при температуре 1010 °C, максимум пика приходится на 1020 °C, завершается эффект при 1030 °C.

2. Второй начинается при температуре 1030 °C, максимум пика приходится на 1040 °C, завершается эффект при 1050 °C.

3. Третий начинается при температуре 1050 °C, максимум пика приходится на 1060 °C, завершается эффект при 1090 °C.

На диаграммах сечения кривых ДТА корреляция прочности при сжатии и тепловых эффектов характеризуется схождением секущих линий на

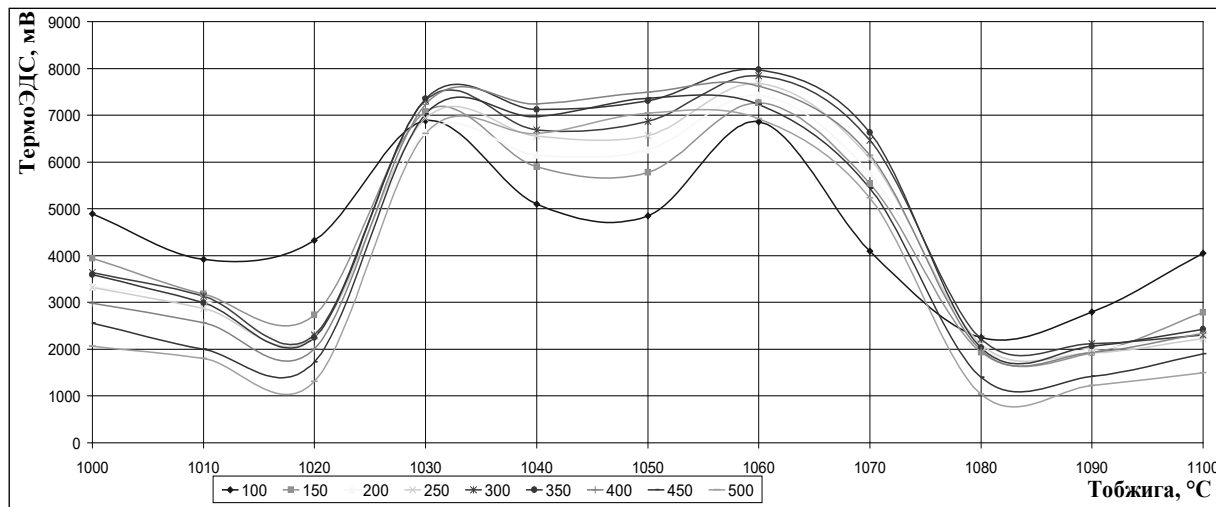


Рис 4. Диаграмма сечения кривых ДТА глины с добавкой КДЗ2 в размере 1 %

диаграмме в точках их начала/окончания и расхождение в пиках, кроме точки 1090 °С, которая может являться продолжением, характерным при других тепловых эффектах, что в дальнейшем требует более точного анализа и времени выдержки образцов.

Введение добавки в глину влияет на отклонения (по вертикальной оси) и протяжённость (по горизонтальной оси) тепловых эффектов.

На диаграмме сечений кривых ДТА для добавки в 1 % характерно смещение начала первого теплового эффекта – 1010–1015 °С, что коррелирует с испытаниями по прочности, завершение эффекта происходит в диапазоне 1035–1040 °С. Второй тепловой эффект начинается в точке 1040 °С и завершается в точке 1080 °С, где начинается третий эффект.

В сравнении с глиной без добавки происходит следующее:

1. Диапазон температур первого теплового эффекта увеличивается на 5–10 °С, его окончание увеличивается, доходя до 1040 °С, пик смещается на 10 °С и приходится на 1030 °С.

2. Диапазон температур второго теплового эффекта увеличивается на 20 °С, его начало смещается влево на 10 °С, окончание также смещается на 10 °С, пик смещается на 20 °С и приходится на 1060 °С.

3. Третий тепловой эффект смещается по температуре вправо и начинается на диапазоне 1080–1090 °С – окончание и пик неизвестны, так как недостаточно данных. Предполагается увеличение пика на 20–40 °С, окончание в диапазоне 1110–1130 °С, что требует дополнительного сканирования в области 1100–1150 °С.

При увеличении добавки до 3 % на диаграмме ДТА отмечено смещение первого теплового эффекта

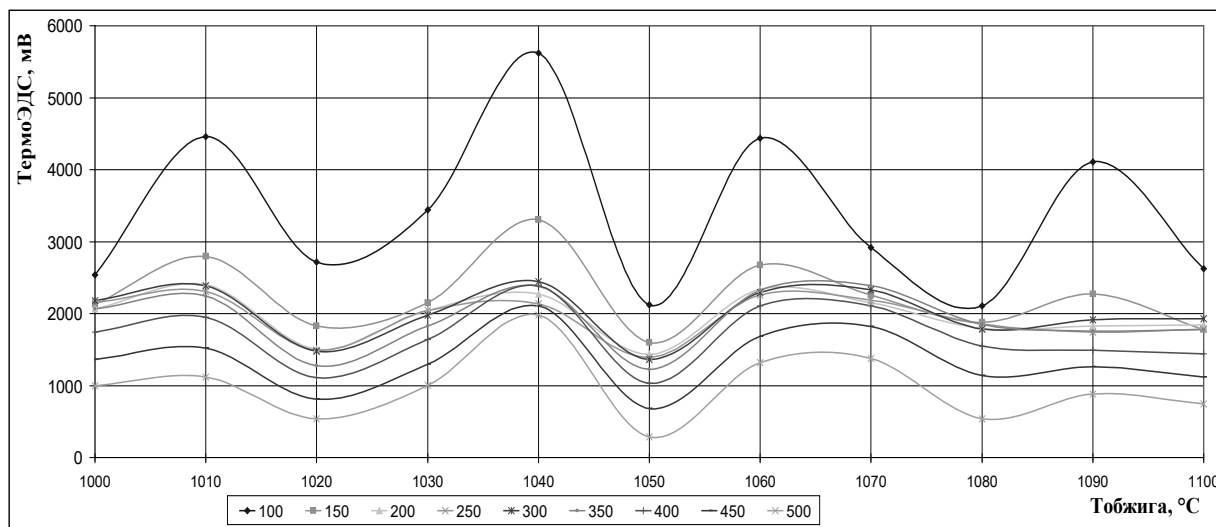


Рис 5. Диаграмма сечения кривых ДТА глины с добавкой КДЗ2 в размере 3 %

вправо на 10 °С, где начало, пик и окончание приходятся на 1020, 1040 и 1050 °С соответственно. Второй тепловой эффект сокращается, его начало сдвигается вправо на 10 °С, приходится на 1050 °С, пик в точке 1060 °С, что синхронно с 1 % добавки, окончание в точке 1080 °С, как для 1 % добавки. Третий тепловой эффект слабо выражен при 1090 °С, с началом на 1080 °С. Здесь можно предположить, что окончание теплового эффекта уменьшается на 10–20 °С и приходится на диапазон 1110–1120 °С.

Сравнивая рис. 3, 4 и 5 с рис. 2, можно заметить, что для первого теплового эффекта характерно сильное отклонение по милливольтметру для 1 % добавки (где верхние кривые соответствуют диапазону обжига 1030–1070 °С), которое передаётся также для второго эффекта и завершается на 1080 °С.

Выводы. 1. По результатам эксперимента средняя прочность образцов при сжатии на интервале обжига 1030–1040 °С с добавкой КД-32 3 % составила 45–65 МПа.

2. Оптимизация состава (1 %) возможна при дополнительном исследовании с уменьшением количества добавки до 0,1 %, температурного шага при обжиге и термическом сканировании – до 1 °С.

3. Введение добавки в размере 1 % активизирует тепловой эффект, который отсутствует для глины без добавки и с добавкой 3 %.

4. Установлено, что повышение количества добавки в легкоплавкую глину при обжиге на диапазоне 1000–1100 °С смещает начало теплового эффекта, который характерен для образования муллита, на 5 °С и увеличивает диапазон этого эффекта на 10 °С, что для определения режима обжига требует увеличения времени выдержки с учётом смещения интервала спекания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крашенинников М. А. Лазерный синтез алюмосиликатной керамики // XIII Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов». 18–21 октября 2016 г.: сборник материалов. М: ИМЕТ РАН, 2016. 426 с.

Об авторе:

КРАШЕНИННИКОВ Максим Александрович
магистр техники и технологии, аспирант кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. +7(987)-987-75-92
E-mail: maxkra@list.ru

2. Крашенинников М. А. Оптимизация обжига клинкерного кирпича с помощью приложения дифференциального термического анализа // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2015. С.1446–1448.

3. Дорошко Г. П. Введение в температурный анализ свойств материалов / СГАСУ. Самара, 2007. С. 94–172.

4. Дорошко Г.П., Косинский П.В., Трунин А.С. Доверительное оценивание дифференциально-термического анализа KNO₃ по ТМА // Актуальные проблемы современной науки: Труды 14-й международной конференции. Ч. 8. Физическая химия, физико-химический анализ. 2013. С. 52–57.

5. Дорошко Г.П. Метод комплексного анализа ТА-ИДС-ОТА для определения температур контакта веществ в композиционных материалах // Современные металлические материалы и технологии: Труды международной научно-технической конференции. Самара, 2013. С. 693–695.

6. Дорошко Г.П. Определение константы самосогласованного возбуждения атомов материала в процессе нагрева // Современные эффективные строительные технологии: Труды Самарского филиала секции «Строительство» РИА. Вып. 6. Самара, 1999. С. 68.

7. Дорошко Г.П. Прогнозирование свойств материалов по сводной диаграмме плотности образующих веществ. Современные металлургические материалы и технологии (СММТ,13): Труды международной научно-технической конференции. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. С. 695–701.

8. Дорошко Г.П., Трунин А.С., Косинский П.В. Феномен стационарности по данным ДТА реперных веществ после изовыдержки при различных температурах // Актуальные проблемы современной науки: Труды 14-й международной конференции. Ч. 8. Физическая химия, физико-химический анализ. Самара, 2013. С. 58–62.

9. Бочаров Н.М., Крашенинников М.А. Комбинация ИДС-ДТА при прогнозировании и анализе динамики изменения твёрдости алюминий-литиевого сплава 1420 // Современные тенденции развития науки и технологий: материалы 13-й международной научно-практической конференции. Белгород: Изд-во ИП Ткачёва Е.П., 2016. С. 34–37.

KRASHENINNIKOV Maxim V.
Master of Technics and Technology, Postgraduate Student of the Production of Building Materials and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. +7(987)-987-75-92
E-mail: maxkra@list.ru

Для цитирования: Крашенинников М.А. Исследование влияния глиноземистой добавки на спекание легкоплавкой глины методом сечения ДТА-диаграмм // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, С. 51-55. №2. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.8.
For citation: Krasheninikov M.A. Investigation of the Influence of Alumina Additive on Sintering of Low-Melting Clay by the DTA Diagram Section // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 51-55. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.8.



А.А. РОМАНОВ
С.В. ЕВДОКИМОВ
В.А. СЕЛИВЁРСТОВ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КАВИТАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ НА ЛОПАСТЯХ РАБОЧИХ КОЛЕС ЖИГУЛЕВСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

STUDY OF THE PROCESS OF CAVITATION EROSION ON THE IMPELLERS OF THE ZHIGULI HYDROELECTRIC POWER PLANT

Представлены результаты изучения процесса кавитационной эрозии на лопастях рабочих колес Жигулевской гидроэлектростанции. Описана методика проведения натурных кавитационных испытаний методом скоростной эрозии с применением пластин мягкого металла наклеиваемых на предполагаемые зоны появления кавитационных разрушений. Кавитационные испытания проведены для трех характерных режимов эксплуатации, с обоснованием технологической особенности натурной эксплуатации гидротурбинных установок. Приведены результаты исследования лопастей гидротурбины агрегата № 5 для трех режимов. Визуализированы зоны разрушения периферийных кромок лопасти рабочего колеса. Результаты исследований параметров потока для различных режимов приведены в табличной форме.

Ключевые слова: кавитационная эрозия, лопасти рабочего колеса гидротурбины, метод скоростной эрозии, водопроводящий тракт, механическое воздействие водного потока

The results of studying the process of cavitation erosion on the blades of the impellers of the Zhigulevskaya hydroelectric power plant are presented. The technique of carrying out full-scale cavitation tests by the method of high-speed erosion with the use of soft metal plates pasted onto the suspected zones of the appearance of cavitation damages is described. Cavitation tests were carried out for three characteristic operating modes, with a substantiation of the technological peculiarity of full-scale operation of hydroturbine installations. The results of the investigation of the turbine blades of the unit No. 5 for three regimes are presented. Areas of destruction of the peripheral edges of the impeller blade are visualized. The results of research on the flow parameters for different regimes are given in tabular form.

Keywords: cavitation erosion, turbine blade impeller, rapid erosion method, water-conducting path, mechanical effect of water flow

Проблема кавитационной эрозии в проточных трактах гидроэнергетических установок обнаружилась сразу с появлением гидравлических машин, но вопросами способов борьбы с кавитационным разрушением стали заниматься только с 20-х гг. прошлого века [1–5].

Одной из причин кавитационной эрозии является механическое воздействие водного потока в проточных трактах гидроэнергетических установок [6–9].

Кроме разрушения поверхностей водопроводящего тракта, кавитация влияет на режим работы гидроэнергетических установок, коэффициент полезного действия и на выработку электроэнергии.

Наиболее распространенные кавитационные повреждения наблюдаются на водопроводящих трактах гидроэнергетических установок, имеющих плохо обтекаемую форму, различные выступы и неровности по движению водного потока. Срывные кавитации образуются в начальной стадии на осях

вращения вихрей, а каверны срывной кавитации развиваются с периодом, подчиняющимся закону Струхаля.

Один из методов натуральных наблюдений за кавитационной эрозией основан на получении скоростной кавитационной эрозии. Применение метода дает возможность определить степень и интенсивность эрозии при различных режимах работы гидроэнергетических установок.

Для кавитационных испытаний методом скоростной эрозии был выделен агрегат № 5. Турбина агрегата имеет шесть лопастей, выполненных из нержавеющей стали марки 20Х13Н-Л, наиболее стойкой к воздействию кавитации в любых условиях работы ГЭС.

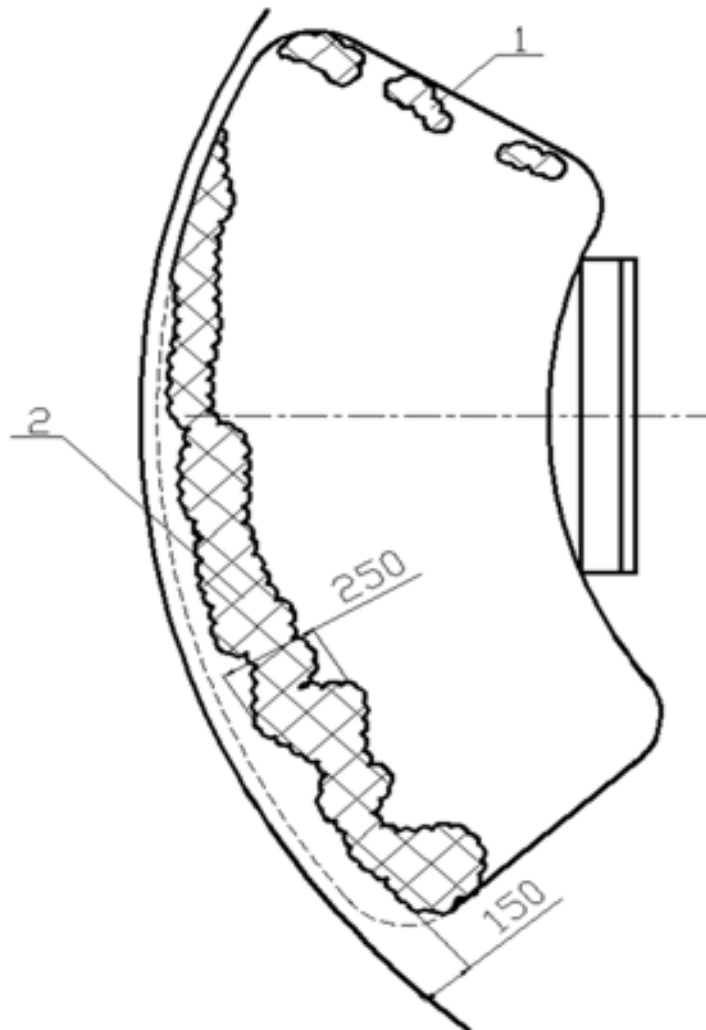
Методика проведения натуральных кавитационных испытаний методом скоростной эрозии такая же, как и при лабораторных исследованиях. На остановленном агрегате с осушенной проточной частью

турбины производится наклейка алюминиевых пластин. После сушки на воздухе в течение двух суток пластины освобождаются от струбцин, агрегат запускается и выбирается соответствующая мощность для проведения первого режима испытаний. Между пуском агрегата и выбором требуемой мощности должно быть минимальное время для того, чтобы переходные режимы не оставили на пластинах кавитационных следов. Такое же требование существует и для остановки агрегата после окончания испытаний. После окончания режима агрегат должен быть сразу остановлен.

Кавитационные испытания проводились для следующих характерных случаев и режимов:

I режим – мощность агрегата $N_a = 100$ МВт при напоре $H = 24,47$ м и уровне нижнего бьефа около 26,70 м.

При таком режиме работы гидротурбины, по напору и уровню нижнего бьефа, допустимая по кави-



Зоны разрушения периферийных кромок лопасти рабочего колеса:
1 – зона входной кромки; 2 – зона выходной кромки

тации (по характеристикам завода изготовителя) мощность агрегата составляет 109 МВт. Пониженная мощность агрегата $N_a = 100$ МВт была выбрана из условия возможного дополнительного подтопления рабочего колеса на 1,5 м. В результате проведения I режима должен был быть выявлен характер кавитационной эрозии в бескавитационном режиме работы турбины.

II режим – мощность агрегата $N_a = 118$ МВт при напоре $H = 25,18$ м и уровне нижнего бьефа около 26,20 м.

Допустимая по кавитации мощность, по заводским характеристикам, равна 109 МВт. Мощность агрегата $N_a = 118$ МВт выбрана из условий изменения уровней нижнего бьефа по эксплуатационной характеристике на 1,5 м.

III режим – мощность агрегата $N_a = 125$ МВт при напоре $H = 24$ м и уровне нижнего бьефа 27,00 м. В результате проведения III режима должна быть выявлена кавитационная эрозия при повышенной мощности агрегата.

Продолжительность каждого режима составила 2 часа, каждые 0,5 часа фиксировались показатели работы гидротурбины.

После проведения каждого из кавитационных режимов производилось закрытие спиральной камеры быстропадающим щитом и осушение спиральной камеры и рабочего колеса турбины, после чего производилось определение мест кавитационного разрушения и их фиксирование.

В процессе кавитационных испытаний несколько алюминиевых пластин было оторвано, причём отрыв пластин происходил из-за некачественного приклеивания. Отрыв происходил даже в случае наличия винтов.

В результате проведения I режима было получено эрозийное разъедание в зоне выходной кромки (вблизи периферийной кромки лопасти) (см. рисунок).

Интенсивность кавитационной эрозии доходила до 60 ямок на 1 см^2 . Общая зона эрозии составляет около $0,071 \text{ м}^2$. Таким образом, даже при бескавитационном режиме работы турбины на лопастях проявлялись последствия кавитационной эрозии.

Исследование III режима показали увеличение мест кавитационной эрозии, причём, если на I режиме зона эрозии располагалась в зоне выходной кромки, то для II режима эти зоны располагаются не только на выходной кромке, но и по периферийному сечению лопасти. Интенсивность кавитационной эрозии осталась прежней, а площадь зоны кавитации увеличилась до $0,225 \text{ м}^2$.

Исследование III режима показало значительное увеличение как площади эрозии, так и интенсивности кавитационной эрозии. Интенсивность кавитационной эрозии увеличилась до 200-250 ямок на 1 см^2 . Характер распределения эрозийных зон примерно сохранился такой же, как и во II режиме, только прибавились новые зоны эрозии.

В таблице приведены скорости и расходы потока в рабочем колесе турбины при различных напорах для испытанных кавитационных режимов.

Параметры потока для различных режимов кавитационных испытаний

№ режима	$m_\phi, \text{мм}$	ϕ^0	$H, \text{м}$	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$V, \text{м}/\text{с}$
I	887	+620	24,45	465	23,80
II	937	+830	25,20	530	25,40
III	1020	+1530	24,40	585	23,40

Из таблицы следует, что скорости потока на турбине для III режима были сопоставимы с I режимом, но меньше, чем во II режиме, при этом кавитационная эрозия заметно увеличилась. Это объясняется плохой обтекаемостью лопастей рабочего колеса. Неровности на поверхности лопасти оставляют за собой заметный кавитационный след на поверхности алюминиевых пластин.

Большие зоны кавитационной эрозии приходятся на начальную стадию кавитации, с интенсивностью эрозии до 10-15 ямок на 1 см^2 . Это ещё не разрушение, но при более длительном времени работы или при увеличении мощности агрегата предполагается увеличение интенсивности эрозии.

Максимальный диаметр ямок для I и II режимов составляет 0,5 мм. При исследовании III режима максимальный диаметр ямок достигал 2 мм.

Выводы. 1. Натурные исследования кавитационного процесса на лопастях рабочего колеса показали, что максимальный размер язвин на натурном объекте больше модельных до четырех раз. Это объясняется существованием пограничного слоя на лопасти, величина которого пропорциональна размерам лопасти. В пограничном слое существует свое движение, связанное с движением водного потока.

2. При кавитации в турбинах снижается КПД и пропускная способность рабочего колеса, а также разрушаются отдельные элементы проточного тракта. Появление кавитации можно обнаружить по треску, шуму и ударам.

3. Наиболее уязвимыми с точки зрения кавитации являются быстроходные турбины вследствие больших скоростей в зоне рабочего колеса и за счет значительного понижения давления в зоне отсасывания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технический отчет о проектировании и строительстве Волжской ГЭС имени В.И. Ленина: в 2 т. 1950–1958 гг.
2. Кавитационные исследования лопастей рабочих колес турбин Волжской ГЭС им. В.И. Ленина / Гидропроект. М., 1961.
3. Натурные исследования турбин Волжской ГЭС им. В.И. Ленина / Котлотурбинный институт им. Ползунова. М., 1963.
4. ГОСТ Р 55260.3.2-2013. Гидроэлектростанции. Ч. 3-2. Гидротурбины. Методики оценки технического состояния. М., 2013.
5. СТО РусГидро 02.03.93-2013. Гидротурбины вертикальные. Контроль металла лопастей и камер рабочих колес. М., 2013.
6. РД 24.122.15-89. Методы расчета на усталостную прочность лопастей гидравлических поворотных турбин. М., 1989.
7. РД 153-34.2-31.604-2002. Рекомендации по ремонту и реконструкции камер рабочих колес гидроагрегатов с целью повышения их эксплуатационной надежности. М., 2002.
8. Справочник по эксплуатации и ремонту гидротурбинного оборудования. М.: Энергоатомиздат, 1985.
9. Исследование динамических условий работы металлических облицовок камер рабочего колеса ПЛ-турбин Волжской ГЭС им. В.И. Ленина / НИИ Гидротехники им. Б.Е. Веденеева. Л., 1987.

Об авторах:

РОМАНОВ Алексей Александрович
кандидат технических наук, профессор
главный эксперт ОАО «Жигулевская ГЭС»
445350, Россия, г. Жигулевск, ул. Комсомольская, 21

ROMANOV Alexey A.
PhD in Engineering Science, hE
Chief Expert of JSC «Zhigulevskaya HPP»
445350, Russia, Zhigulevsk, Komsomolskaya str., 21

ЕВДОКИМОВ Сергей Владимирович
кандидат технических наук, заведующий кафедрой
природоохранного и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)242-21-71
E-mail: sali5@mail.ru

EVDOKIMOV Sergey V.
PhD in Engineering Science, Head of the Environmental and
Hydraulic Engineering Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846)242-21-71
E-mail: sali5@mail.ru

СЕЛИВЁРСТОВ Владимир Александрович
кандидат технических наук, доцент кафедры
природоохранного и гидротехнического строительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)242-21-71
E-mail: v.a.seliverstoff@yandex.ru

SELIVERSTOV Vladimir A.
PhD in Engineering Science, Associate Professor of the
Environmental and Hydraulic Engineering Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846)242-21-71
E-mail: v.a.seliverstoff@yandex.ru

Для цитирования: Романов А.А., Евдокимов С.В., Селивёрстов В.А. Изучение процесса кавитационной эрозии на лопастях рабочих колес Жигулевской гидроэлектростанции // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, С. 56-59. №2. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.9.

For citation: Romanov A.A., Evdokimov S.V., Seliverstov V.A. Study of the Process of Cavitation Erosion on the Impellers of the Zhiguli Hydroelectric Power Plant // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 56-59. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.9.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА



УДК 69.057

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.10

Ю.И. ДОЛАДОВ
К.Э. ДОБРЯНИН
О.Ю. ХМЫЛЁВА
З.Ф. ВАСИЛЬЧИКОВА

ДЕМОНТАЖ ЗДАНИЯ В ЧЕРТЕ ГОРОДА

DISMANTLING OF THE BUILDING IN THE CITY

Отражены результаты подготовки к разборке и работы по сносу полуобрушенного двухэтажного, с цокольным этажом и подвалом, жилого дома в центральной части Самары. Примыкающий к разрушенному дому жилой дом имеет с ним общую стену. Объект находится на улице с активным пешеходным и автомобильным движением. Для сноса жилого дома был разработан проект производства работ (ППР) при неполных исходных данных. В документе подобраны средства механизации, определена последовательность работ, показаны наиболее опасные при производстве работ элементы, предложены меры по безопасности. Отражена работа подрядчика по дополнительному обследованию, с помощью квадрокоптера DJI Phantom 3 Standard, опасного объекта. Введена дополнительная корректировка ППР. Приведены иллюстрации как проектной части, так и порядка выполнения работ по демонтажу здания.

Ключевые слова: полуразрушенный жилой дом, примыкающий дом, теплопровод, опасная стена, квадрокоптер, экскаваторщик

Долгое время представляла опасность для окружающих в активной части города, на пересечении улиц Максима Горького и Крупской, полуразрушенная часть жилого дома (рис. 1–3). Кроме того, наличие пожароопасных остатков дома и мусора вызывало беспокойство жильцов примыкающего вплотную соседнего дома. Здание двухэтажное с подвалом. Стены кирпичные толщиной 64 см. Примыкающий, хорошо отделанный жилой дом имеет с разрушенным зданием общую стену. Перекрытия деревянные, крыша двухскатная. К основной жилой части

The results of preparations for dismantling and demolition work of a semi-destroyed two-storeyed apartment building with a basement in the central part of Samara are presented. The dwelling house adjoining the destroyed house has a common wall with it. The object is on the street with active pedestrian and automobile traffic. For the demolition of a residential house a project for the production of work (PPW) was developed with incomplete initial data. The document selected the means of mechanization, determined the sequence of work, shows the most dangerous elements in the production of works, proposed security measures. The work of the contractor for an additional survey of a dangerous object using a quadcopter DJI Phantom 3 Standard is reflected. An additional correction of the PPW is introduced. The illustrations of both the design part and the order of the works on the dismantling of the building are given.

Keywords: dilapidated apartment building, adjoining house, heat pipeline, dangerous wall, quadcopter, excavator

здания пристроено два разноуровневых помещения неизвестного назначения. При первичном обрушении подвал в осях 4–6 был завален. Остатки завала выходят на уровень первого этажа. Через завалы к заселенному жилому дому проходит действующая теплотрасса. Часть её выходит из завалов на поверхность.

Работы по сносу и демонтажу зданий и сооружений более опасны, чем новое строительство, особенно в тех случаях, когда работы выполняются без достаточно полного обследования объекта



Рис. 1. Часть дома, подлежащая демонтажу. Вид по ул. Максима Горького

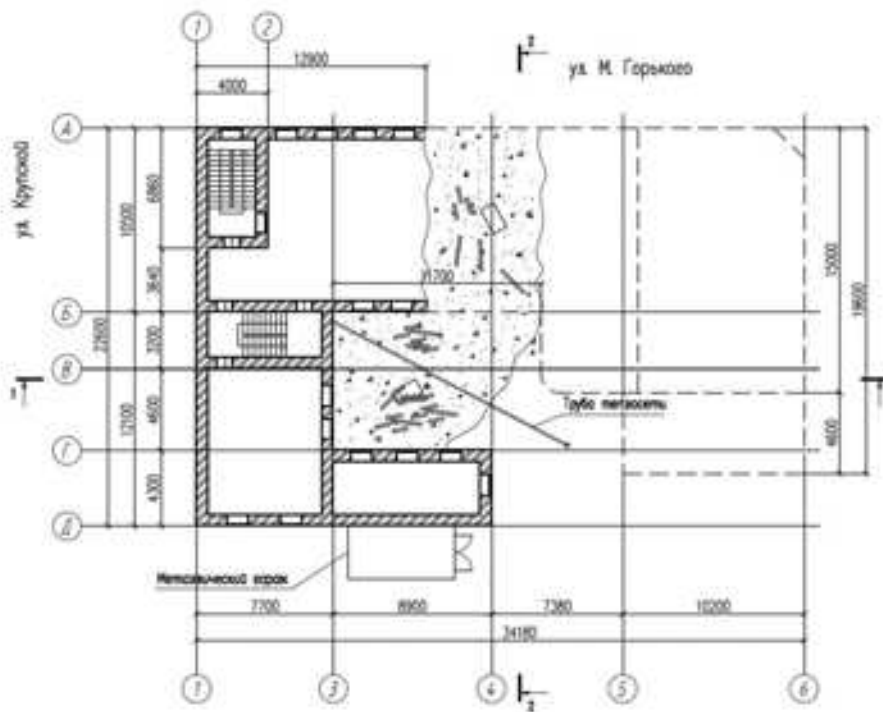


Рис. 2. План первого этажа

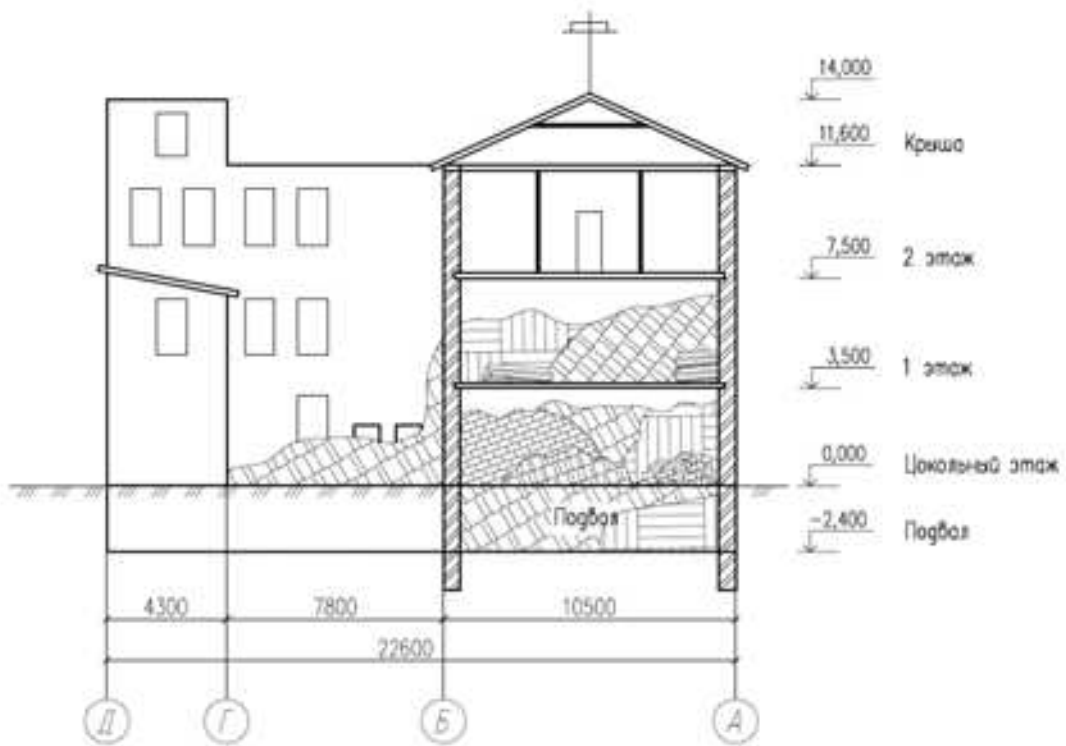


Рис. 3. Разрез 1-1

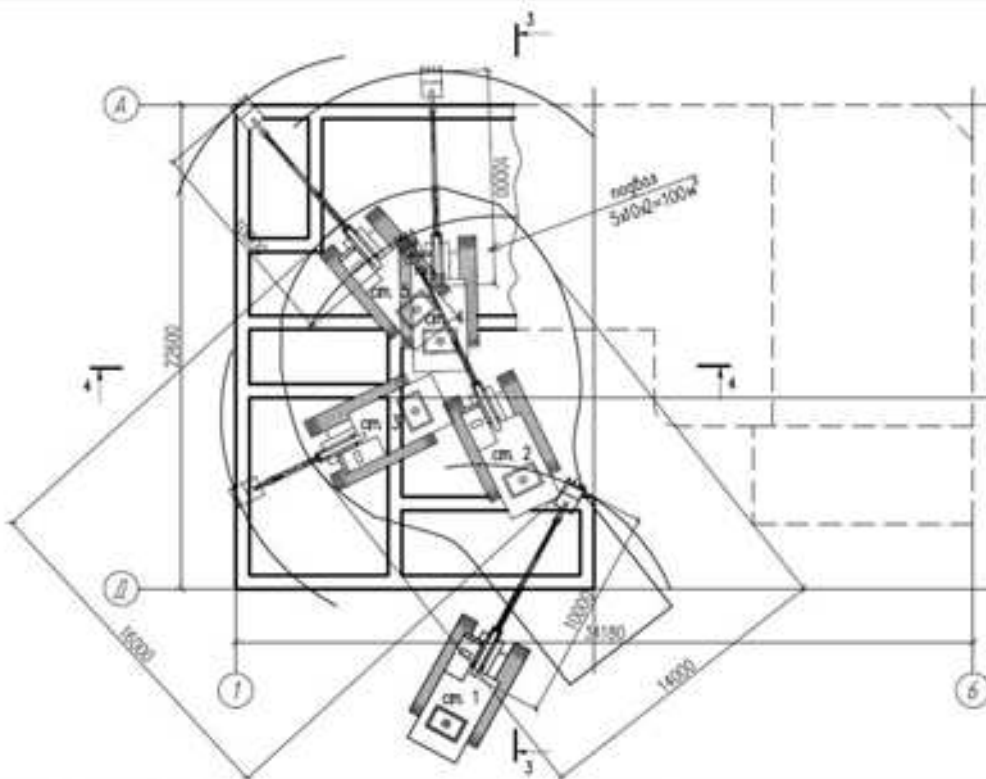


Рис.4. Последовательность разборки здания



Рис. 5. Обследование здания квадрокоптером DJI Phantom 3 Standard



Рис.6. Разборка на завершающем этапе

заказчиком. Заказчик предложил разработать ППР [1–3] на демонтаж самого подубрушенного здания и примыкающих к нему остатков заброшенных строений.

На любом объекте, подлежащем сносу, следует определить самый опасный элемент или участок, к которому надо обеспечить осторожный подход работников и техники. С данного участка и следует начинать разборку. Как правило, для этого требуется выполнить усиление нижних и соприкасающихся с опасным элементом конструкций [4–8].

На разбираемом объекте выявилось два опасных элемента – это теплопровод и стена по ряду «А».

Возможное разрушение теплопровода может обернуться большими финансовыми потерями и моральным ущербом в первую очередь для подрядчика. Стену следовало разобрать так, чтобы она не завалилась на территорию улицы. При высоте 11,6 м стена представляет серьёзную опасность и для пешеходов по ближнему тротуару, и для оживленного автомобильного движения по ул. Горького.

Безопасные методы ведения работ по сносу рассматриваемого объекта определяются последовательностью работ, отраженной в технологических картах проекта производства работ, и требования-

ми по безопасности труда к основным участникам и организаторам работ (механизаторам, стропальщикам, руководителям и др.).

Для защиты теплопровода были предложены конструктивные меры. Суть их заключается в создании над теплопроводом защитного усиления из металлического профиля. Возникло предположение, что в разрушенном доме есть тепловентилятор, к которому подходит труба теплотрассы. К стене по ряду «А» надо было обеспечить подход со двора (рис. 4).

На объекте дважды был пожар. После тушения пожаров обрушенные конструкции находились в беспорядочном состоянии. Детальное обследование было небезопасно. Поэтому остатки дома были обследованы подрядчиком с помощью квадрокоптера DJI Phantom 3 Standard (рис. 5). На основании дополнительного обследования был откорректирован ППР.

Поскольку не нашлось желающих проверить в развалинах состояние тепловентилятора (как потом оказалось, его там и не было), разборку пришлось отложить до лета.

Во время демонтажа (рис. 6) учитывались предложения проекта производства работ и проявлялась инициатива исполнителей подрядчика. Работу вы-

полнял опытный экскаваторщик: он не стал дожидаться защиты труб теплотрассы, а засыпал их разбираемым материалом. Это обеспечило сохранность труб. При разборке из обломков стен и строительного мусора формировались рабочие площадки повышенного уровня, с которых и был обеспечен подход к стене по ряду «А». Чётким обрушением стены «на себя» экскаваторщик ликвидировал главную опасность.

Обрушение остатков дома было выполнено за одну смену. Затем часть материала была вывезена, часть осталась для дальнейшего использования по усмотрению заказчика.

По результатам выполненной работы можно сделать **вывод**, что для чёткого и своевременного демонтажа объекта заказчику необходимо выполнить тщательное обследование строения. При этом следует выявить наиболее опасные места и определить неустойчивые конструкции, требующие усиления или подведения под них дополнительных опор. К началу выполнения демонтажа следует разрабатывать проект производства работ, а к процессу разборки привлекать опытных исполнителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долодов Ю.И., Рудь Ю.П., Долодова И.П. О понятиях «технологическая карта» и «строительный процесс» в организационно-технологическом проектировании // Промышленное и гражданское строительство. 2002. №1. С.48–49.
2. Долодов Ю.И. О некоторых проблемах разработки проекта производства работ в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 1994. №7. С.18–19.
3. Долодов Ю.И., Любезнов В.К., Паничкин Ю.М. Проект производства работ // Строй-инфо. 1999. № 16. С.21–22
4. Долодов Ю.И., Долодова И.П., Миронов Н.А., Афанасьева В.П. ППР на реконструкцию кровли котельного отделения Самарской ТЭЦ // Доклады областной 57-й научно-технической конференции «Исследования в области архитектуры, строительства и охраны окружающей среды». Самара, 2000. С.214–215.
5. Долодов Ю.И., Казанков А.П., Башиянец С.Г., Михайленков С.В. ППР на реконструкцию кровли школы №145 // Технологии, материалы, конструкции в строительстве. Самара, 2000. №5. С.89–93.
6. Долодов Ю.И., Рудь Ю.П., Долодова И.П. ППР на разборку разрушенной взрывом газа части жилого дома в с. Приволжье // Доклады областной 58-й научно-технической конференции «Исследования в области архитектуры, строительства и охраны окружающей среды». Самара, 2001. С. 267.
7. Долодов Ю.И., Волков Е.А., Долодова И.П. Разработка ППР на разборку здания, поврежденного взрывом бытового газа // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 67-й Всероссийской конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2010. С. 217.
8. Долодов Ю.И., Калинина В.В. Проект производства работ на возведение станции метро «Российская» // Актуальные проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Региональная научно-техническая конференция. Самара, 2004. Ч. 1. С.56–57.

Об авторах:

ДОЛАДОВ Юрий Иванович

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительного производства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-93
E-mail: doladovv@gmail.com

ДОБРЯНИН Константин Эдуардович

директор ООО «Рентал»

ХМЫЛЁВА Ольга Юрьевна

инженер ООО «А. С.-Техпроект» 443084, Россия, г. Самара, ул. Стара-Загора, 96 В, тел. (846) 932-41-99
E-mail: doladowa@gmail.com

ВАСИЛЬЧИКОВА Зинаида Фёдоровна

доцент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-69
E-mail: zina.vasilchikova@yandex.ru

DOLADOV Yury I.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Technology and Organization of Building Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-93
E-mail: doladovv@gmail.com

DOBRYANIN Konstantin E.

Director Ltd Rental

KHMYLYOVA Olga Yu.

Engineer Ltd A.S.- Tekhproyekt 443084, Russia, Samara, Stara-Zagora str., 96 V, tel. (846) 932-41-99
E-mail: doladowa@gmail.com

VASILCHIKOVA Zinaida F.

Associate Professor of the Engineering Geology, Bases and Foundations Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-69
E-mail: zina.vasilchikova@yandex.ru

Для цитирования: Долодов Ю.И., Добрянин К.Э., Хмылёва О.Ю., Васильчикова З.Ф. Демонтаж здания в черте города // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 60-64. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.10.

For citation: Doladov Yu.I., Dobryanin K.E., Khmylyova O.Yu., Vasilchikova Z.F. Dismantling of the Building in the City // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 60-64. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.10.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 69.07

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.11

С.С. ПОРОШИНА

РАСТЕПЛЕНИЕ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОД ЗДАНИЯМИ В НОРИЛЬСКЕ

PERMAFROST SOILS THAWING UNDER BUILDINGS IN NORILSK

Рассмотрен опыт строительства зданий на вечной мерзлоте в городе Норильске, обозначены основные методы строительства в заданных условиях, выявлены их достоинства и недостатки. Проведено исследование локализации деформаций в здании, характера деформаций, показаны их последствия. Выявлено, что основной причиной массового разрушения зданий является растепление грунта под зданием. Обозначены основные возможные причины данного процесса. Проанализированы экономические затраты, связанные с ликвидацией последствий разрушений, вызванных растеплением грунта, и предложены методы решения данной проблемы.

Ключевые слова: деформация зданий, растепление грунта, многолетняя (вечная) мерзлота, строительство в Норильске

The experience of the construction of buildings on permafrost in the city of Norilsk is considered, the main methods of construction under the given conditions are indicated, their advantages and disadvantages are revealed. The study of the localization of deformations in the building, the nature of the deformations shows their consequences. It is revealed that the main cause of mass destruction of buildings is the fission of the soil under the building. The main possible causes of this process are indicated. The economic costs associated with the elimination of the consequences of destruction caused by the ground-breaking have been analyzed, and methods for solving this problem have been proposed.

Keywords: buildings deformation, soil thawing, perennial (permafrost), construction in Norilsk

Значительная часть территории нашей страны находится в северных широтах с резкоконтинентальным холодным климатом. Зона Севера занимает около 70 % территории России [1] (рис. 1), однако проживает в ней всего 5 % населения страны.

Экономика России все больше зависит от развития северных территорий – основных поставщиков углеводородного сырья. Область вечной мерзлоты можно назвать стратегическим тылом России, топливно-энергетической базой и валютным цехом [2]. Здесь добывается 72 % всей нефти и газового конденсата, 93 % естественного газа, никелевые и железные руды, практически все алмазы; заготавливается 37 % деловой древесины, добывается основная часть цветных, редких металлов, золота, производятся другие важные виды продукции, обеспечивающие в совокупности до 60 % экспорта страны [3].

В настоящее время основная часть новых месторождений нефти и газа разрабатывается на вечной мерзлоте [4]. Освоение месторождений в таких

условиях приводит к значительному повышению капитальных затрат, связанных с необходимостью строительства новых зданий и сооружений, которые должны отвечать не только требованиям нормативной документации, но и комфортным условиям работы и проживания. Проектирование и эксплуатация объектов в местах распространения многолетнемерзлых грунтов является сложной инженерной задачей. И одной из наиболее значимых проблем является растепление грунта.

Многолетней (вечной) мерзлотой называют верхнюю часть земной коры, температура которой не поднимается выше 0 °С. В зоне многолетней мерзлоты грунтовые воды находятся в виде льда. Ее глубина иногда превышает тысячу метров [5]. Растепление грунта – это процесс, при котором порода передано количество тепла, достаточное не только для ее нагрева от естественной отрицательной температуры до 0 °С, но и для перехода содержащегося в породе льда-цемента в жидкое состояние. При фа-



Рис. 1. Районы Крайнего Севера и местности, приравненные к районам Крайнего Севера на территории России [2]

зовом переходе подземного льда в воду поглощается тепло и существенно изменяются механические, физико-химические, теплофизические, электрические свойства водной компоненты и самого грунта. Вследствие этих изменений происходит перестройка структуры грунта и резкое снижение прочностных и деформационных характеристик [6]. На рис. 2 схематично показан процесс, который наблюдается при оттаивании вечномерзлого грунта под зданием.

Как показано на рисунке, в результате растепления грунта под зданием образуется так называемая чаша оттаивания. Грунт при этом теряет свою монолитность, начинается неравномерная осадка здания, происходит деформация фундаментов, несущих и ограждающих конструкций. В итоге – полное или частичное разрушение здания.

Опыт строительства на вечномерзлых грунтах в Норильске

К зоне Севера относятся полностью или частично 28 субъектов Российской Федерации. Объектом нашего исследования в данной работе стал город Норильск. Он является вторым по численности на-

селения городом в Красноярском крае [7], а также вторым в мире среди городов, находящихся за полярным кругом.

История строительства Норильска началась в 1921 г. Первые дома были деревянные. Отсутствие опыта строительства на вечной мерзлоте негативно отразилось на строениях – они очень быстро разрушались. Для сохранения домов в состоянии, пригодном для эксплуатации, требовалось постоянное наблюдение за состоянием конструкций. В зимний период происходило выпучивание замерзшего грунта, весной – сезонное оттаивание и растепление грунта не только под зданиями, но и вокруг них. Поэтому летом сооружение жилых барачков, складов и других зданий начиналось заново.

В 1935 г. началось строительство самого северного промышленного предприятия в мире – Норильского комбината. Строители и сотрудники комбината старались перебраться поближе к месту работы.

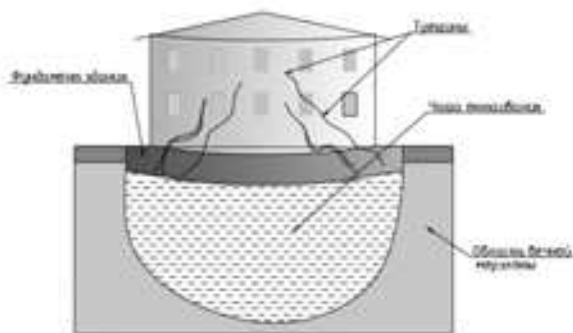


Рис. 2. Образование чаши оттаивания под зданием



Рис. 3. Панельный дом в Норильске с продуктами в подвальном помещении [20]



Рис. 5. Дом на сваях в Норильске [23]

Возникла проблема нехватки жилья [8]. Поэтому в 1940 г. на смену деревянным постройкам пришли двухэтажные бутово-керамзитовые здания, позже появились панельные дома и строения из кирпича. Для решения проблемы растепления грунта и сохранения его в мерзлом состоянии в подполье устраивали специальные продухи (рис. 3). Это способствовало проветриванию цокольного этажа для поддержания максимально низкой температуры и уменьшению застоя воды в подполье.

Данный метод способствовал увеличению долговечности зданий, но окончательно проблему не решил. Температура грунта в подполье постепенно увеличивается. В зимний период при сильных снегопадах происходит накопление снега перед продухами, их закрывает сугробом и проветривание не происходит. При сезонном оттаивании вся накопившаяся влага не успевает выветриться, происходит локальное замачивание и растепление грунтов. Это приводит к неравномерной осадке фундаментов и, как следствие, разрушению конструкций (рис. 4, а, б).

Ещё одним новшеством в проектировании и строительстве домов стал метод строительства домов на сваях (рис. 5). Он позволил снизить трудоемкость возведения фундаментов примерно в десять раз, а их стоимость — в два раза [9]. Этот метод предусматривал размещение свай в скважинах, заранее выдолбленных в мерзлой земле. По данным электронного проекта «Норильчане» [9], примерно с середины 1960-х гг. дома в Норильске возводились только на сваях.

В 1970-х гг. продолжалось совершенствование метода свайного фундаментирования. Этим занималась мерзлотная лаборатория. Специалисты моделировали поведение свай в различных условиях, в разных грунтах, под разными нагрузками. Позже, в 1997 г. было создано управление по надзору за состоянием оснований и фундаментов [10].

По неофициальным данным [10] на сегодняшний день практически под каждым зданием в Норильске устроены специальные скважины для изучения процессов, проходящих в недрах вечной мерзлоты. Всего в городе их более восьмисот.



Рис. 4. Разрушение конструкций зданий в Норильске:
а – здание по ул. Комсомольской, 1 [21];
б – здание на улице Богдана Хмельницкого, 14 [22]

Строительство зданий в Норильске свайным методом позволяет сохранять грунт под зданием в мерзлом состоянии. Растепление может произойти в случае неправильной эксплуатации здания, при аварийном замачивании грунта и при близком расположении инженерных сетей. Поэтому, чтобы мерзлый грунт не подвергался воздействию тепла, коммуникации в Норильске уложены на глубине 6 м, а коллекторы расположены вдалеке от зданий и сооружений.

Однако случаются непредвиденные ситуации. В конце 90-х в зимний период на ТЭЦ произошла серьёзная авария – вышли из строя несколько котлов обогрева. Коммунальными службами было принято решение произвести массовый сброс воды из системы отопления прямо под здания. После проведения очередных замеров учёные исследовательского института зафиксировали, что фундаменты домов, под которые утекала горячая вода, были разморожены. Многие строения спасти не удалось. Город лишился почти 50 зданий [11]. Случившееся ещё раз наглядно показало опасность процесса растепления грунта.

Затраты на ликвидацию последствий

Сегодня Норильск – это постоянно развивающийся промышленный центр Красноярского края, город со своей архитектурой, неповторимым северным индустриальным колоритом и своими «северными» проблемами.

Одна из таких проблем – сохранение и восстановление фундаментов зданий и сооружений в городе. Ежегодно из местного и краевого бюджета выделяются денежные средства на ремонтные работы. По данным электронной газеты «Заполярный вестник» [12], в 2010 г. была разработана долгосрочная целевая программа по капитальному ремонту объектов коммунальной инфраструктуры и жилищного фонда на 2011–2020 гг. [13]. Одно из приоритетных направлений этой программы – восстановление фундаментов зданий.

Так, к 2012 г. на особом контроле по состоянию грунтов и несущих конструкций в Норильске находилось 241 жилое здание. По сообщению администрации Норильска корреспондентам газеты «Заполярный вестник» [12], с 2007 по 2010 гг. были восстановлены конструкции фундаментов 61 жилого здания на общую сумму 126 082 тыс. рублей. В 2011 г. – 27 зданий на сумму 185 417,4 тыс. рублей, в 2012 г. – 31 здания на сумму 222 058,8 тыс. рублей.

По данным вещательной сети ВГТРК Норильск [14] за период с 2012 по 2016 гг. от губительной осадки спасены 155 городских зданий. На эти цели потрачено 862 млн рублей.

На официальном сайте города Норильска в 2017 г. была опубликована информация о том, что в 2018 г. в Норильске финансирование в разме-

ре 444,3 млн рублей направят на проведение работ по ремонту несущих конструкций нулевого цикла, восстановление и ремонт разрушенных элементов фасадов, восстановление аварийных участков стен 43 жилых домов [15].

Последствия растепления грунта часто бывают необратимыми. Неравномерная осадка и множественные деформации здания провоцируют развитие трещин на фундаменте и фасаде здания, вызывают разрушение фундамента, обрушение несущих и ограждающих конструкций. Стоит отметить, что восстановление фундаментов стоит на 20 % дороже строительства новых [16].

Выводы. Процесс растепления грунтов является актуальной проблемой, требующей глубокого и всестороннего исследования. Исходя из проведенного анализа аварийных случаев, видно, что главная проблема практически всех норильских зданий и сооружений – деградация мерзлоты и износ материалов фундаментов и наземных конструкций. Острота проблемы усугубляется возрастным характером массовой застройки – все дома были построены ещё в прошлом веке.

Наиболее частыми причинами растепления грунта можно назвать: недостаточное проветривание цокольного помещения, аварийное замачивание, засоление и минерализацию грунтов из-за утечек сточных вод и отсутствия сети ливневой канализации, неправильное расположение тепловых сетей относительно здания, ошибки при проектировании и строительстве, в числе которых недооценка изменений мерзлотно-грунтовых и гидрологических условий площадок в ходе строительства и эксплуатации зданий.

Первое, что необходимо сделать, – создать единую систему мониторинга за состоянием оснований и фундаментов зданий в Норильске. Это позволит вовремя реагировать на любые изменения состояния грунтов и фундаментов зданий.

Второе – это использование и совершенствование новых методов строительства. В качестве нового метода строительства на вечномёрзлых грунтах можно рассмотреть использование винтовых свай. На данный момент нет информации об апробации данного метода в Норильске. Однако автор статьи [17] акцентирует, что при установке винтовых свай полностью исключаются мокрые процессы, что является важным в условиях Крайнего Севера. Фундаменты на винтовых сваях не требуют проведения земляных работ. Кроме того, при возведении фундамента не требуется выравнивать участок и использовать строительную технику. Установка производится при помощи гидравлических механизмов различных строительных машин либо в отдельных случаях – вручную. Строительство фундамента на винтовых сваях можно вести в любое время года и при этом значительно сократить срок его возведения. Таким образом, можно сократить затраты и время возведения фундамента.

Ещё одним новшеством в устройстве свайных оснований стало применение термостабилизаторов. По данным авторов [18], это капсулированные трубчатые погружные жидкостные либо парожидкостные устройства, которые помещают в специальные скважины, пробуренные рядом с опорным фундаментом для создания мерзлотного экрана. В зимнее время конвекционная циркуляция теплоносителя (в простейшем варианте это керосин) в жидкостных устройствах и паров пропана в парожидкостных термостабилизаторах обеспечивает охлаждение грунтов основания. С наступлением летнего периода, как только температура верхнего, находящегося на наружном воздухе, конуса (конденсатора) устройства становится выше температуры теплоносителя, циркуляция прекращается и процесс приостанавливается с частичным инерционным оттаиванием верхнего слоя грунта до следующего похолодания.

Так, например, НПО «Фундаментстройаркос» разработало четыре основных вида сезоннодействующих охлаждающих устройств (СОУ): горизонтальные естественнодействующие трубчатые системы (ГЕТ), вертикальные естественнодействующие трубчатые системы (ВЕТ), индивидуальные термостабилизаторы; глубинные СОУ. Их применение обусловлено спецификой объекта.

Ввиду высоких экономических затрат в настоящее время данная технология не получила широкого применения для массового жилищного строительства. Система термостабилизации грунтов используется при прокладке трубопроводов, резервуаров до 100 000 м³, автомобильных и железных дорог, производственных зданий шириной до 120 м.

Третье – для более точного прогнозирования поведения вечномерзлого грунта существует необходимость программного моделирования процесса растепления грунта под зданиями. На сегодняшний день данная методика в основном используется для моделирования ореола оттаивания вокруг тепло- и нефтепровода в многолетнемерзлом грунте.

При моделировании процесса растепления грунта под зданиями будет производиться нестационарный расчет, что позволит оценить поведение конструкций, оснований и фундаментов зданий в реальных условиях эксплуатации. Моделирование поможет убедиться в эффективности и надежности принятых проектных решений с минимальными временными и материальными затратами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зона Севера // Электронная библиотека [Электронный ресурс]: libraryno.ru – Режим доступа: http://libraryno.ru/5-5-zona-severa-region_ekonom/ (дата обращения: 17.01.2018).
2. Алёшина Т. Строительство на мерзлоте: опыт и новшества // Газета СФУ «Сибирский форум. Интеллектуальный диалог» 2010 [Электронная версия] – Режим доступа: <http://sibforum.sfu-kras.ru/node/106> (дата обращения: 17.01.2018).
3. Север как проблемная территория // Студопедия [Электронный ресурс]: studopedia.org – Режим доступа: <https://studopedia.org/8-151275.html> (дата обращения: 17.01.2018).
4. Бурение в вечной мерзлоте больше не проблема // Приборостроение//Наука и технологии [Электронный ресурс]: neftegaz.ru – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/view/963-Burenie-v-vechnoy-merzlotte-bolshe-ne-problema> (дата обращения: 19.01.2018).
5. Многолетняя мерзлота // Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: wikipedia.org – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Многолетняя_мерзлота (дата обращения: 19.01.2018).
6. Растепление мерзлой породы // Буровой портал [Электронный ресурс]: drillings.ru – Режим доступа: <http://www.drillings.ru/rastep> (дата обращения: 19.01.2018).
7. Официальный сайт города Норильска [Электронный ресурс]: norilsk-city – Режим доступа: <http://www.norilsk-city.ru/about/1242/> (дата обращения: 25.01.2018).
8. Стрючков С. Строили, строили // Газета «Заполярный вестник» 23.01.13 [Электронная версия] – Режим доступа: http://www.norilsk-zv.ru/articles/stroili_stroili.html (дата обращения: 17.01.2018).
9. Свайный фундамент // Информационный сайт «Норильчане» [Электронный ресурс]: norilchane.ru – Режим доступа: http://norilchane.ru/norilsk/-/asset_publisher/W0Gy0SowOh9G/content/id/26054 (дата обращения: 17.01.2018).
10. Вечная мерзлота // Информационный сайт «Норильчане» [Электронный ресурс]: norilchane.ru – Режим доступа: http://norilchane.ru/norilsk/-/asset_publisher/W0Gy0SowOh9G/content/id/21956 (дата обращения: 17.01.2018).
11. Туловский Е. Сколько нам осталось? // Газета «Заполярная правда» № 36 от 15.03.2008 [Электронная версия]: gazetazp.ru – Режим доступа: <http://gazetazp.ru/2008/36/6/> (дата обращения: 03.02.2018).
12. Стецевич Л. На чем Норильск стоять будет? // Газета «Заполярный вестник» 23.08.12 2008 [Электронная версия] – Режим доступа: http://www.norilsk-zv.ru/articles/na_chem_norilsk_stoyat_budet.html (дата обращения: 15.02.2018).
13. Постановление Правительства Красноярского края от 29 октября 2010 г. № 527-п об утверждении долгосрочной целевой программы «Развитие объектов социальной сферы, капитальный ремонт объектов коммунальной инфраструктуры и жилищного фонда муниципальных образований город Норильск и Таймыр

ский Долгано-Ненецкий муниципальный район на 2011 – 2020 годы».

14. Батыченкова М., Жуков Е., Химич Д. Здания спасут от осадки // ГТРК «Норильск» 21.07.16 [Электронная версия]: norilsk-tv.ru – Режим доступа: <http://www.norilsk-tv.ru/3412-zdaniya-spasut-ot-osadki.html> (дата обращения: 05.03.2018).

15. На капремонты жилых домов из городской казны выделяют 450 млн рублей // Новости 2017 // Официальный сайт города Норильска 07.12.17 [Электронный ресурс]: norilsk-city – Режим доступа: <http://www.norilsk-city.ru/press/actual/document77883.shtml> (дата обращения: 19.02.2018).

16. Вечная мерзлота и ее влияние на устойчивость зданий и сооружений // информационный портал HintFox 23.03.15 [Электронный ресурс]: hintfox.com – Режим доступа: <http://www.hintfox.com/article/vechnajamerzlotai-ee-vlijanie-na-yстойchivost-zdaniy-i-sooryzhenij.html> (дата обращения: 06.03.2018).

17. Турдагина Ю.П. Винтовые сваи в вечномёрзлых грунтах // Конференция «Молодежь и наука» 2014 [Электронная версия]: conf.sfu-kras.ru – Режим доступа: http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/pdf/d03/s48/s48_012.pdf (дата обращения: 18.03.2018).

18. Галкин М.Л., Рукавишников А.М., Генель Л.С. Термостабилизация вечномёрзлых грунтов // Сайт научно-производственного химического предприятия «Спектропласт» [Электронный ресурс]: splast.ru – Режим доступа: <http://www.splast.ru/coolants/articles/detail.php?ID=112> (дата обращения: 20.03.2018).

19. Кузинкова А. Перечень районов, приравненных к районам Крайнего Севера, 2017 год // Информационный сайт [Электронный ресурс]: SYL.ru – Режим доступа: <https://www.syl.ru/article/309097/perechen-rayonov-priravennyih-k-rayonam-kraynego-severa-god> (дата обращения: 17.01.2018).

20. Болашенко С. Фото дома Ленинградская ул., 22 в городе Норильск 22.06.2010 // Онлайн карта [Электронный ресурс]: wikimapia.org – Режим доступа: <http://norilsk.wikimapia.org/photos/10> (дата обращения: 23.01.2018).

21. За полярным кругом. Норильск // Информационный сайт [Электронный ресурс]: Nibler.ru – Режим доступа <http://nibler.ru/cognitive/14374-za-polyarnym-krugom-norilsk.html> (дата обращения: 13.02.2018).

22. Фото дома на ул. Богдана Хмельницкого, 14 (Норильск) // Онлайн карта [Электронный ресурс]: wikimapia.org – Режим доступа: <http://wikimapia.org/15194561/ru/ул-Богдана-Хмельницкого-14> (дата обращения: 23.01.2018).

23. 20 фактов о Норильске, которых мы не знали // Развлекательный портал [Электронный ресурс]: ekabu.ru – Режим доступа: https://ekabu.ru/115637-20-faktov-o-norilске-kotoryh-my-ne-znali__raznoe.html#! (дата обращения: 15.02.2018).

Об авторе:

ПОРОШИНА Светлана Сергеевна
инженер ПТО ООО «Тепло»
662200, Россия, Красноярский край,
г. Назарово,
ул. Школьная, 5
E-mail: poroshinass@yandex.ru

POROSHINA Svetlana S.
Engineer, Operation and Technical Department
Ltd Teplo
662200, Russia, Krasnoyarsk region, Nazarovo,
Shkolnaya str., 5
E-mail: poroshinass@yandex.ru

Для цитирования: Порошина С.С. Растепление вечномёрзлых грунтов под зданиями в Норильске // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 65-70. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.11.
For citation: Poroshina S.S. Permafrost Soils Thawing under Buildings in Norilsk // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 65-70. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.11.

В.А. ШАБАНОВ**А.А. ХРЯНИНА**

О ВЛИЯНИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕКИ САМАРЫ

ON THE INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON THE HYDROCHEMICAL COMPOSITION OF THE WATER OF THE SAMARA RIVER

Дана краткая характеристика воды в реке Самаре. Приведены данные о гидрохимических показателях воды реки за период 2005 – 2015 гг. Выделены показатели, резко изменившие свои значения в рассматриваемом периоде наблюдений. Для подобных исследований выбран показатель – концентрация кислорода. С помощью статистических методов выявлено, что рассматриваемый ряд наблюдений распадается на две выборки с различными выборочными средними показателями. Графически доказано, что резкий скачок концентрации кислорода произошел благодаря влиянию солнечной активности. Исследована зависимость содержания сульфатов в реке Самаре от солнечной активности за период с 2005 по 2015 гг. Произведены расчеты, доказывающие гипотезу о влиянии солнечной активности на гидрохимический состав воды реки Самары.

Ключевые слова: солнечная активность, река Самара, гидрохимические показатели, кислород, медь, марганец, сульфаты, статистический анализ

Река Самара является левобережным притоком Волги. Протяженность водотока – 594 км, из них 175 км приходится на Самарскую область. Прилегающая местность – волнистая открытая равнина. Русло реки слабоизвилистое, разветвленное рядом мелких островов, слабдеформирующееся.

По классификации О.А. Алёкина, воды реки Самары относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, но имеют повышенное содержание сульфат-ионов. Минерализация воды изменяется от 503,7 до 839,0 мг/л; рН составляет 7,6 [1, с. 15]. Вода в реке Самаре оценивается как «грязная» и «экстремально грязная» по удельному комбинаторному индексу. Годовой сток реки формируется под влиянием климатических факторов, а также рельефа, почвогрунтов и гидрогеологических условий водосборной площади [2].

Целью работы является изучение влияния солнечной активности на гидрохимический состав реки Самары. Материалами для работы послужили официальные данные Государственного доклада о состоянии окружающей среды Самарской области по концентрациям загрязняющих веществ в реке Самаре за период с 2005 по 2015 гг.

A brief description of the water in the Samara River is given. The data on hydrochemical parameters of the river water for the period 2005-2015 are given. Indicators are marked out, sharply changing their values in the period under review. For such studies the indicator-the oxygen concentration-was selected. It was revealed with the help of statistical methods that the series of observations under consideration is divided into two samples with different sample averages. It is graphically proved that the sharp jump in oxygen concentration was due to the influence of solar activity. The dependence of the sulfate content in the Samara River on solar activity for the period from 2005 to 2015 was studied. Calculations have been made that prove the hypothesis of the influence of solar activity on the hydrochemical composition of the water of the Samara River.

Keywords: solar activity, Samara river, hydrochemical indicators, oxygen, copper, manganese, sulfates, Student's test

Контроль за качеством воды реки Самары ведется в двух пунктах наблюдения, в каждом из которых имеется по два створа. Нами выбраны два створа наблюдения, находящиеся выше и ниже поселка городского типа Алексеевка, находящегося в 40 км от города Самары выше по течению.

К важнейшим экологическим показателям состояния водного объекта относится содержание *растворенного кислорода*. Оно определяет интенсивность и направленность окислительно-восстановительных процессов, а следовательно, и процессов самоочищения и самозагрязнения водной среды [3]. Поэтому для работы было принято решение изучить изменение содержания кислорода в реке за длительный период времени – с 2005 по 2015 гг. Данные представлены в табл. 1.

Приведенные исходные данные в табл. 1 можно представить в виде графика, изображенного на рис. 1.

На графике видно, что содержание кислорода до 2009 г. примерно постоянно и составляет 1,5 ПДК. После резкого скачка в 2009 г. содержание кислорода стабилизировалось на уровне 1,0 ПДК.

Если рассматривать измерения как выборки из некоторой генеральной совокупности, то можно предположить, что данные до 2009 г. относятся к одной

Таблица 1

Исходные данные по превышению кислорода над значениями ПДК

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Превышение над ПДК	1,56	1,5	1,5	1,5	1,1	0,75	1	0,82	0,98	1,13	0,9

Таблица 2

Изменение солнечной активности с 2008 по 2018 гг.

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Число Вольфа	4	27	77	129	145	137	75	42	15	14	4

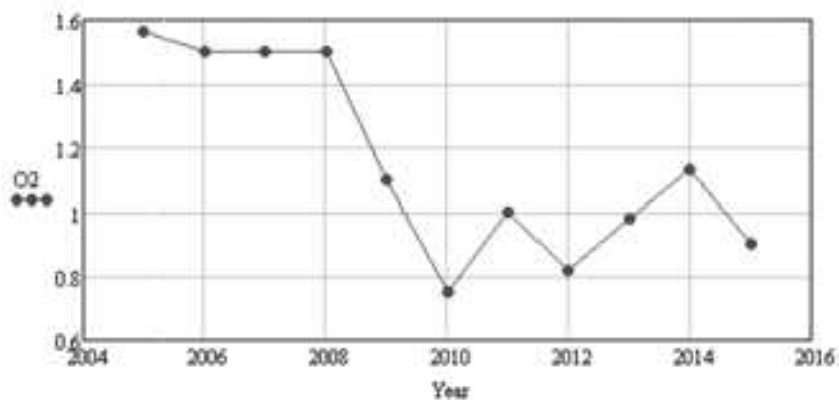


Рис. 1. График зависимости превышений кислорода над значениями ПДК

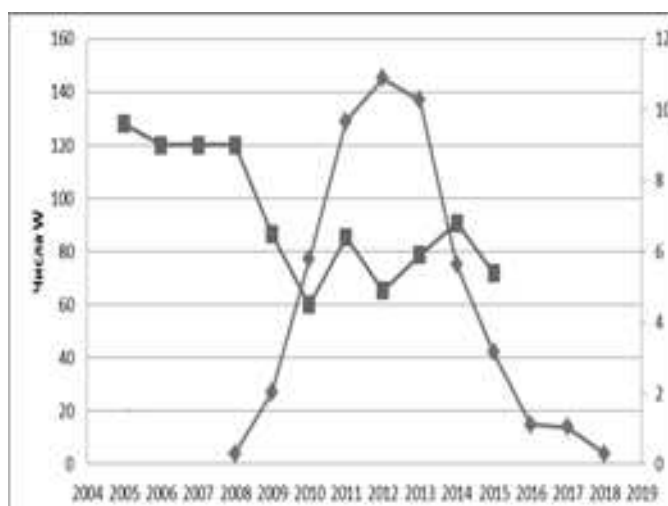


Рис. 2. Зависимость концентрации кислорода от чисел солнечных пятен в относительных единицах

совокупности, а данные после 2009 г. – к другой. Проверим эту гипотезу путем сравнения выборочных средних показателей с помощью критерия Стьюдента. Нулевая гипотеза утверждает, что различия между выборочными средними показателями – статистически незначительны. Первая выборка состоит из пяти наблюдений (2005–2009 гг.), а вторая – из шести наблюдений (2010–2015 гг.).

Тестирование показало, что статистических оснований для подтверждения нулевой гипотезы нет.

Различия между выборочными средними показателями **статистически значимы**. Это, в свою очередь, говорит о том, что в 2009 г. произошло явление, которое значительно снизило содержание кислорода в реке Самаре.

Резкий скачок кислорода в 2009 г. и разделение всей выборки на две составные части мы попытались объяснить солнечной активностью. В настоящее время достоверно установленными считаются 11-летний, 22-летний (двойной), 30–40-летний (Брик-

неровский), 80–90-летние или вековые, 500-летние и 1800–1900-летние циклы солнечной активности. Р. Вольф положил начало изучению солнечных пятен и впервые ввел использование относительных чисел пятен. Благодаря исследованиям Р. Вольфа и его продолжателей, в настоящее время имеются следующие данные по относительным числам солнечных пятен за последний 24-й 11-летний цикл [4,5]:

По этим данным хорошо просматривается резкий скачок солнечной активности в период с 2009–2010 гг. – с 27 до 77 и с 2010–2011 гг. – на 52 единицы, затем солнечная активность продолжает расти и с 2013 г. уже идет на спад, далее возвращается к исходному значению через 11 лет.

Для наглядного изображения зависимости концентрации кислорода в реке Самаре от солнечной активности изобразим числа Вольфа и наложим на них данные по концентрациям кислорода в период с 2008 по 2018 гг. (рис. 2).

По такому же принципу мы провели исследование по трем другим веществам, таким как сульфаты, медь и марганец, которые имели неоднократное превышение концентрации в реке Самаре. Гипотеза в отношении меди и марганца не подтвердилась. Сульфаты ведут себя так же, как кислород, поэтому и в данном случае можно предположить связь с солнечной активностью.

Выводы. В настоящей работе, как считают авторы, была доказана гипотеза о возможной зависимо-

сти некоторых гидрохимических показателей воды реки Самары от солнечной активности. В частности, выявлена зависимость содержания кислорода и сульфатов в реке от числа Вольфа. Гипотеза доказывалась также на меди и марганце, но не получила подтверждения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голубая книга Самарской области: редкие и охраняемые гидробиоценозы / Г. С. Розенберг [и др.]; под ред. Г. С. Розенберга и С. В. Саксонова; Российская акад. наук, Ин-т экологии Волжского бассейна. Самара: ИЭВБ РАН, 2007. 199 с.

2. http://fguuv.ru/cont/osnovnye_kharakteristiki_bassejna_r-samara.pdf (дата обращения: 12.02.2017).

3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области, 2006–2015 гг. / Правительство Самарской области. Министерство природопользования, лесного хозяйства и охраны окружающей среды Самарской области. Самара, 2015. 357 с.

4. Белецкий Е.Н. Связь, взаимодействие и синхронизация солнечных, климатических, трофических и популяционных циклов: Циклы солнечной активности. М., 2008. 153 с.

5. Белецкий Е.Н. Теория цикличности динамики популяций и методы многолетнего прогноза массового размножения вредных насекомых: дис. ... доктора биол. наук / ХГАУ им. В.В. Докучаева. Харьков, 1992. 290 с.

Об авторах:

ШАБАНОВ Всеволод Александрович
кандидат технических наук, профессор кафедры природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара,
ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)242-21-71
E-mail: sgasu@sgasu.smr.ru

ХРЯНИНА Анастасия Андреевна
начальник промсанлаборатории
ОАО «ЕПК Самара»
443068, Россия, г. Самара, ул. Мичурина, 98А,
тел. 89967430931
E-mail: a.khryanina@epkgroup.ru

SHABANOV Vsevolod A.
PhD in engineering Science, Professor of the Environmental and Hydraulic Engineering Chair Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846)242-21-71
E-mail: sgasu@sgasu.smr.ru

KHRYANINA Anastasia A.
Head of the industrial laboratory of JSC «EPK Samara»
443068 Russia, Samara, Michurina str., 98A,
tel. 8(996)7430931
E-mail: a.khryanina@epkgroup.ru

Для цитирования: Шабанов В.А., Хрянина А.А. О влиянии солнечной активности на гидрохимический состав воды реки Самары // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 71-73. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.12.
For citation: Shabanov V.A., Khryanina A.A. On the Influence of Solar Activity on the Hydrochemical Composition of the Water of the Samara River // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 71-73. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.12.

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



УДК 72.01

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.13

Р.М. ВАЛЬШИН

ПЕРВИЧНЫЕ ОСНОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ

PRIMARY FOUNDATIONS OF THE ARCHITECTURAL FORM

Статья посвящена методологии организации функциональных процессов жизнедеятельности в архитектуре в форме пространственных структур. Рассматриваются и осмысливаются первичные основания порождения и возникновения новых форм в современной архитектуре. Показано, что исследование ряда объектов современной архитектуры, которыми отмечена история становления современного движения, посредством анализа, сравнения и выявления уникальных пространственных структур, позволяет установить взаимосвязь между формализмом современной архитектуры и новым содержанием новейшей архитектуры. Отмечено, что современная архитектура в своём развитии способна опираться на свои собственные составляющие внутренние силы, преобразуя прежде всего представления об организации функциональной структуры пространства. Сегодня известные принципы современной архитектуры, применяемые в архитектуре пионерами интернационального движения, свободно интерпретируются и развиваются многими лидерами новейшей архитектуры. Новейшая архитектура демонстрирует усиленный поиск новых методов пространственного мышления исключительно ради прорыва к новым принципам формообразования в архитектуре.

Ключевые слова: функциональная программа, функциональная структура, пространственная структура, архитектурная форма

В нынешних условиях, когда доля государственных и общественных вложений в архитектурное проектирование постоянно снижается и ключевыми становятся частные инвестиции, где роль архитектуры сводится к оформлению фасада или в лучшем случае внешней поверхности формы, для современных архитекторов становится жизненно важным изменить существующую ситуацию. Архитектура имеет несколько другое предназначение для своего

The article is devoted to the methodology of organization of functional processes of vital activity in architecture in the form of spatial structures. The primary foundations of the generation and emergence of new forms in modern architecture are considered and comprehended. It is shown that the study of a number of modern architecture objects that mark the history of the formation of the modern movement, through analysis, comparison and identification of unique spatial structures, allows us to establish the relationship between the formalism of modern architecture and the new content of the newest architecture. It is noted that modern architecture in its development is able to rely on its own constituent internal forces, transforming primarily the idea of the organization of the functional structure of space. Today the well-known principles of modern architecture used in architecture by the pioneers of the international movement are freely interpreted and developed by many leaders of the newest architecture. The newest architecture demonstrates an intensified search for new methods of spatial thinking solely for the sake of a breakthrough to new principles of shaping in architecture.

Keywords: functional program, functional structure, spatial structure, architectural form

естественного развития помимо того, чтобы на внешней поверхности формы выявлять архитектонику работы конструкции.

Прежде чем различными архитектурно-художественными средствами выражения представлять внутреннее содержание сооружения, его функциональное устройство, архитектор в первую очередь должен сам породить, сотворить и создать пространственную структуру архитектурной формы.

Когда вещь отвечает эстетической потребности, она удовлетворяет только одну часть нашего ума. Но есть потребности, связанные с конструктивной устойчивостью и устойчивостью развития общества в целом, где немаловажную роль играют повседневные функциональные потребности жизнедеятельности, под этими потребностями мы имеем в виду пользу, удобства и практическое устройство, без которых не существует возможности более полного удовлетворения. Эти различные потребности и процессы жизнедеятельности занимают первичную часть нашего бытия в архитектуре и являются основой пространственной организации, определяя функциональное наполнение и внутреннее содержание самой архитектурной формы. Если основное предназначение архитектуры – удовлетворение высших потребностей человека во времени и пространстве, то основной целью архитектуры для своего естественного внутреннего развития является непосредственное изменение самой пространственно-планировочной организации архитектурной формы в соответствии с постоянно меняющимися потребностями человека в интенсивно развивающемся мире.

Современная архитектура прежде всего является искусством нового, нетрадиционного, другого, основанного на собственном опыте, иного порядка вещей, идея формы которого достигает состояния платонической возвышенности в своем развитии пространственного мышления, а гармония возникшего математически точного порядка при восприятии пропорций различных пространств, которые находятся в выразительных взаимоотношениях, является высшей целью архитектуры. Собственный опыт практикующего архитектора порождает искусство современной архитектуры. Достижение высочайшего уровня искусства – это цель современной архитектуры.

Основанием для начала архитектурного проектирования обычно является архитектурно-планировочное или техническое задание. В свою очередь, для составления задания на проектирование требуется прежде всего провести предварительные, предпроектные исследования. Это необходимо, чтобы разработать предпроектные предложения, которые, как правило, формируются архитектором на основе существующих теоретических знаний и практического опыта, накопленного человечеством в реальном проектировании, а также в непосредственном контакте с заказчиком, учитывая его пожелания и представления о будущем объекте.

Получается, что основой предпроектных предложений является аналитическая работа с функциональной программой проектируемого объекта. Само составление функциональной программы заключается в определении пространственных характеристик, величин, пропорций и геометрии составных элементов проектируемой архитектурной формы и требует внимательного отношения

к основным технико-экономическим показателям будущего объекта проектирования. Работа с функциональной программой состоит в определении основных, вспомогательных и связующих объемов, в установлении качественных и количественных характеристик отдельных пространственных элементов и их взаимосвязей в процессе функционирования.

Предполагаемая пространственная целостная субстанция уподобляется некоему хорошо работающему механизму, разьединённому на составные агрегаты, или разумно сложенному организму, расчленённому на отдельные органы, получающие то или иное развитие в зависимости от выполняемых ими функций. Так как в современном мире достаточно редко функции отдельных частей зданий бывают абсолютно одинаковыми, в работах современных архитекторов мы видим появление совершенно новых пространственных структур, предпочтительно открытых и свободных в своей конфигурации, где яснее всего читается их функциональная расчлененность. Функциональная программа первоначально является скорее условием, распространяющимся на весь процесс архитектурного проектирования, и служит в дальнейшем основанием для построения пространственных структур на всем протяжении последовательного движения к совершенной архитектурной форме.

Современная архитектура складывается из нескольких направлений архитектуры модернизма. Основное из них получило название «функционализм». Пионеры современной архитектуры не изобретали функционального метода, но опирались на знаменитую крылатую формулу Л. Г. Салливена – «всюду и всегда форма следует за функцией, таков закон». Так в статье, впервые опубликованной в 1896 г., «Высотные административные здания, рассматриваемые с художественной точки зрения» Луис Генри Салливиен пишет: «Основной закон всякой материи – органической и неорганической, всех явлений – физических и метафизических, человеческих и сверхчеловеческих, всякой деятельности разума, сердца и души заключается в том, что жизнь узнаётся в её проявлениях, что форма всегда следует за функцией. Таков закон»[1].

Идейный лидер, теоретик и практик русского конструктивизма советский архитектор М.Я. Гинзбург, размышляя о конструктивизме в архитектуре и о функциональном методе, на страницах первого номера журнала «Современная архитектура» в передовой статье «Новые методы архитектурного мышления», считал, что «только функциональное архитектурное мышление жёстко устанавливает пространственную организацию как исходную точку работы, указывает то место, куда должен быть направлен основной удар. Таким образом, выясняется как первая функция конкретных условий задания – установление количества отдельных пространственных величин, их размеров и взаимной связи. Из это-

го, прежде всего, исходит современный архитектор, это заставляет его развёртывать свой замысел изнутри наружу, а не наоборот, ... это направляет весь его дальнейший путь» [2].

Идеи пространственной организации могут возникнуть уже на уровне составления функциональной программы, так как в предлагаемой методике проектирования современный архитектор развёртывает «свой замысел, изнутри наружу» – от пространственной структуры к архитектурной форме. А чтобы быть представленной, понятой и принятой заказчиком и обществом, как основа для проектирования, функциональная программа сама может быть и должна быть выражена в форме функциональной структуры в условиях предлагаемого контекста. В этом и заключается основная задача предпроектных предложений – показать на уровне предварительных прототипов выражения идей пространственной организации в форме функциональных структур, определяющих возможные пространственно-планировочные обоснования, предлагаемых архитектурных решений. Первичная идея организации процесса жизнедеятельности в форме пространственной модели функционального устройства становится своеобразной «протоформой» будущего объекта архитектуры.

Функциональные процессы, протекающие в пространстве и во времени, предполагают взаимосвязь отдельных операций и процедур, требующих в свою очередь тех или иных порций пространства. Для эффективного осуществления технологического процесса или нормальной жизнедеятельности каждой технологической операции или отдельной функции необходим определенный пространственный отрезок или объём пространства. Парцелляция пространства обычно протекает в процессе архитектурного проектирования на стадии конлокации, когда территория расчерчивается, расчленяется и распределяется на отдельные пространственные элементы, частицы пространства, предназначенные для осуществления той или иной конкретной функции [3-5].

Количество, величина, геометрия и объём пространственных элементов различны и многообразны, а их размерность и взаиморасположение в пространстве определяются количественными и качественными характеристиками структуры в целом. Структура – это соотношение различных элементов и их взаимодействие внутри единого целого. Структура – это некое внутреннее устройство будущего объекта проектирования. В структуре, как правило, всегда присутствуют составляющие элементы. Не бывает структуры с одной составляющей. Структура – это множественность, хотя и не всякая множественность имеет упорядоченную структуру. Структура – это нечто внутреннее, присущее той или иной форме, некое соединение пространственных элементов, присутствующее в самой идее архитектурной

формы, где мысль о внешней форме приобретает непосредственную связь с устройством внутреннего пространства.

Структура – это и есть идея пространственной организации архитектурной формы. Условимся структуру в архитектуре называть пространственной структурой. Пространственная структура архитектурного объекта – есть пространственная, объемная форма в чистом виде, свободная от функционального содержания сооружения и определяемая границами материальных конструкций архитектурной формы, состоящая из различных пространственных элементов или пространственных частей архитектурного сооружения, обособленных в пространственном смысле и взаимосвязанных в определенном соотношении в одно неразрывное целое.

При анализе структуры пространства мы идем от целого к части, мысль работает двояко, мы не только наблюдаем, как целое распадается на части, но и пытаемся познать их связанность как систему суммирования множества элементов в пространственное целое. То есть характеристика единой, но вместе с тем состоящей из частей пространственной структуры находится в зависимости от двух моментов: насколько самостоятельными будут те элементы, из которых слагается данное пространственное единство и из чего будет состоять система их связей. В результате абстрагирования для нас определяется система делимости структуры, в которой мы усматриваем не столько её части, сколько явление сходения, цельность некоей связанности.

При синтезе структуры пространства мы идем от простого устройства, к сложноорганизованному единству. Нас прежде всего интересует зависимость архитектурной формы от идеи общего пространственного расположения отдельных частей и каждого элемента, во взаимосвязи и совокупности единого целого. Точнее, нас интересует, как появление новых форм в архитектуре связано с развитием и изменением пространственных структур, т.е. со сменой пространственных представлений, которые в свою очередь могут измениться только в связи с изменением различных потребностей общества в стремительно меняющемся мире. Смена пространственных концепций отражается на изменении взаимосвязей пространственных элементов организуемого функционального процесса, а точнее, на преобразовании пространственной структуры в целом, что в свою очередь говорит о потенциальной возможности появления новой архитектурной формы.

Возникновение новых форм есть результат создания неповторимых пространственных структур, иной организации функционального процесса в пространстве, в том или ином контексте. Функция одна, а пространственных выражений этой функции в форме различных пространственных структур – множество. Так как любая архитектурная форма есть лишь оболочка для функционально необходи-

мой совокупности пространственных элементов, организованных в определенном порядке и объединенных в пространственную структуру, то последняя, организованная в той или иной последовательности, в той или иной закономерности, будет иметь решающее значение для всякого архитектурного организма. Иначе говоря, переосмысление самого порядка соединения пространственных элементов в единое целое, появление иного, другого, нового порядка вещей при пространственной организации функциональных процессов приводит к появлению новой пространственной структуры и затем к дальнейшему развитию технической мысли, появлению новых конструктивных идей при разработке конструкций, соответствующих новой пространственной форме.

Пространственные структуры не ждут нас готовыми к применению, их надо изготавливать, производить или творить. Изобретение новых пространственных структур – таков предмет творчества современной архитектуры, подобно модели «Дом-Ино», изобретенной Ле Корбюзье в 1914 г. (рис. 1), или идеи организации пространства дома Ситроен, рожденной в 1919 г., реализованной лишь в 1927 г. Подобный творческий процесс производства пространства, задуманный еще в 1910 г. в доме Штайнера, положил начало серии домов, в которой Адольф Лоос последовательно развил идею «пространственного плана»



Рис. 1. «Дом-Ино», Ле Корбюзье, 1914

– «raum-plan». Эта концепция комплексной системы организации внутреннего пространства нашла своё выражение в устройстве помещений в разных уровнях и была воплощена в доме Моллера в Вене и в вилле Мюллера неподалеку от Праги (рис. 2).

Мастера современной архитектуры переоткрыли пространство, стали работать с различными параметрами пространства, увлеклись пространственной организацией функциональных процессов (рис. 3).

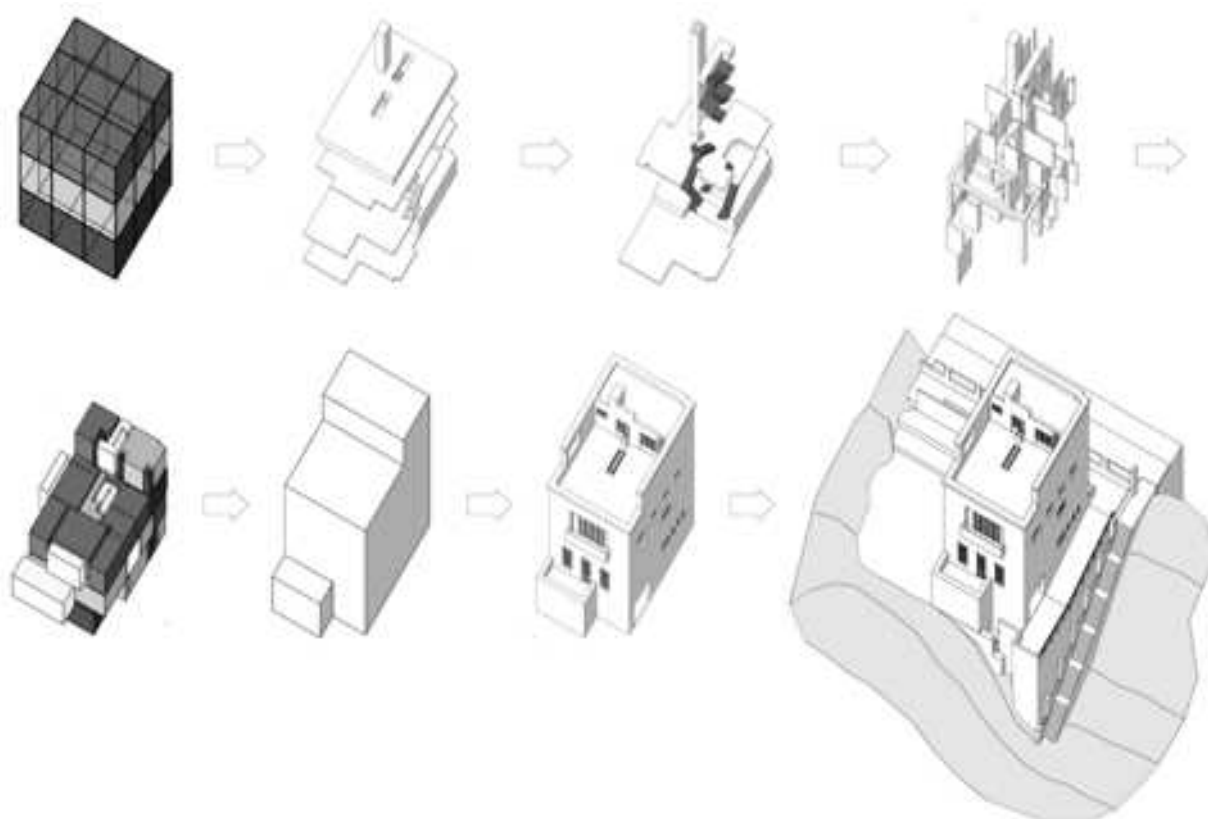


Рис. 2. Анализ организации структуры виллы Мюллера, Адольф Лоос, 1930

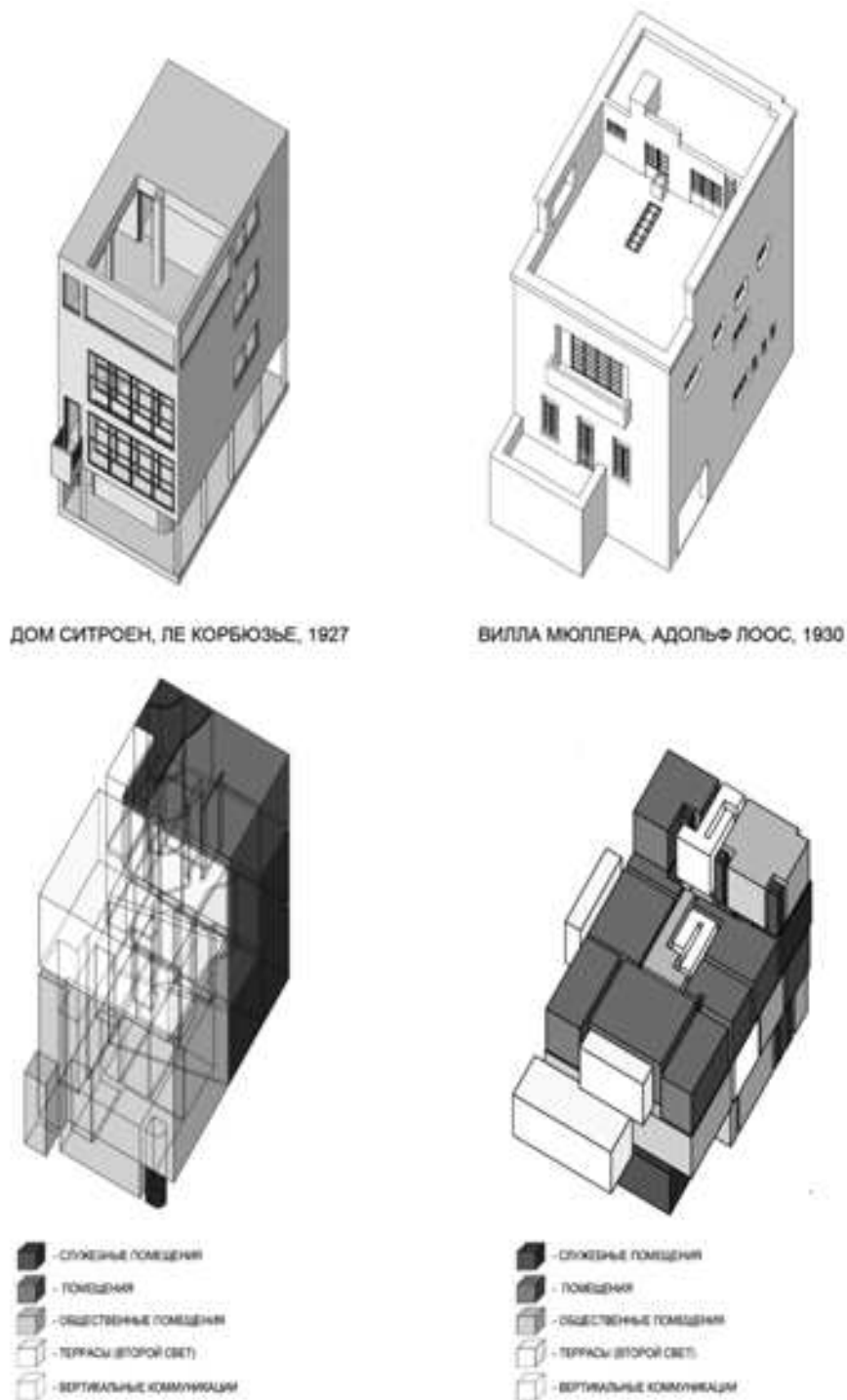


Рис. 3. Сравнение архитектурной формы и функциональных структур модернистских вилл

Современный архитектор каждый раз изобретал всё новые и новые структуры, он начал ими осмысливать пространство, т.е. структурно его организовывать, в результате этого все пространственное мышление сильно изменилось [6–9]. Пространственная организация различных функциональных элементов или про-

странственных единиц в единое целое осуществляется в форме пространственных структур на основе постепенно сформировавшихся во времени тех или иных архитектурно-планировочных решений, или объёмно-пространственных идей, т.е. на основе пространственных представлений той или иной эпохи.

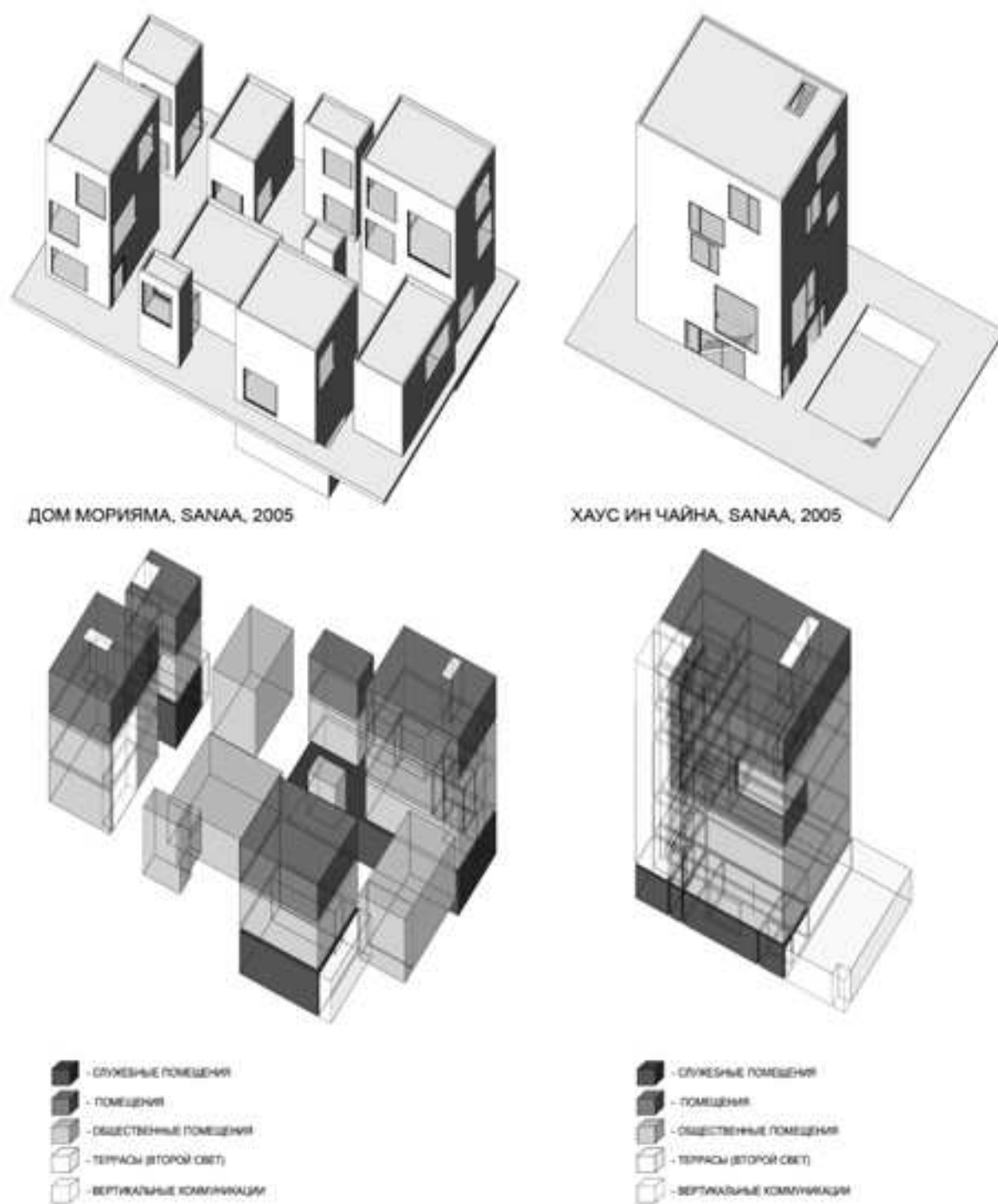


Рис. 4. Сравнение архитектурной формы и функциональной структуры индивидуальных жилых домов в современной архитектуре

Если мы отмечаем в разных эпохах и в различных культурах совершенные формы того или иного пространственного выражения, то вовсе не следует думать, что данное выражение именно в эту эпоху и появилось. История современной архитектуры не свидетельствует о последовательности изменений

несовершенных пространственных идеалов к более совершенным пространственным образованиям. Абстрактная мысль о пространстве при создании архитектурного произведения может даже и не появиться в сознании архитектора, пространственная структура может теоретически не постулироваться,

формально не акцентироваться и не мыслиться отвлечённо от функции, конструкции или формы, но образ пространства как таковой всё же возникнет в результате и будет присутствовать неотъемлемо от данного произведения, от конкретной архитектурной формы.

Для понимания современной архитектуры необходимо обладать знанием истории развития пространственных идей в архитектуре, которое требует не поверхностной поэтизации, а глубокого изучения пространственных феноменов архитектуры авангарда. Изучение истории становления и развития пространственных структур, как самостоятельного объекта исследования, вскрывает эволюцию идей организации пространства в современной архитектуре. В научном исследовании произведений современной архитектуры мы рассматриваем пространственную структуру как отвлечённую абстрактную конфигурацию взаимосвязанных пространственных элементов, вне зависимости от индивидуальных свойств архитектурной формы конкретного сооружения, но принадлежащей ей, соответствуя форме этого объекта. Выдающиеся, уникальные архитектурные формы в западном функционализме и русском конструктивизме, а в целом и в современной архитектуре, как правило, являются следствием организации в пространстве функциональных процессов нетрадиционным способом, отличным от всего предыдущего опыта.

Осознание сути современной архитектуры возможно при наличии опыта построения различных структур. Невозможно познание современной архитектуры с помощью пространственных структур, без опыта их создания – необходимо конструировать структуры пространства в рамках свойственной каждому архитектору интуиции. Становление архитектора – это непрерывное творчество все новых и новых структур (рис. 4).

Творчество всегда единично, и как собственно всякое архитектурное творение, содержащее уникальную структуру пространства, оно есть нечто феноменальное. Поскольку структура должна быть сотворена, она связана с архитектором как человеком, который обладает творческой энергией, у которого есть потенциал и мастерство. Прежде чем мыслить о внешней форме, приводить ее в порядок, доводить до совершенства, чистить и наводить на ней лоск, следует, в первую очередь, самим изобретать, творить и производить функционально-пространственные структуры различного назначения, предлагать их к рассмотрению обществу, утверждать их в инстанциях и убеждать людей ими пользоваться.

Методология создания структур, анализирующая условия появления, порождения и творчество структур в профессиональной деятельности, формирует универсальную энциклопедию структур с первоначальными условиями современного состояния социально-культурной среды, отраженными

функциональной программой. Функциональная программа детерминирует появление той или иной архитектурной формы. При изменении привычной структуры пространственной организации процессов жизнедеятельности человека изменится и его форма существования. Уже на уровне составления функциональной программы закладываются условия того или иного образа жизни, другого конструирования жизнедеятельности, организации новой формы той или иной институции [10–12].

Выводы. Таким образом, современный архитектор через формирование функциональной программы анализирует все стороны проектного задания, его особенности, он расчленяет его на составляющие элементы, группирует по функциям для дальнейшего их соединения в единое целое в соответствии с предполагаемым функциональным назначением. Ради строгой науки возникает необходимость навести порядок, систематизировать коллективные представления и воззрения на саму природу порождения, создания и преобразования структур пространственной организации архитектурной формы.

Никакие нормы, правила или регламенты, и даже никакой учёный дискурс не способны с полной уверенностью точно определить и сказать нам, правильно ли выбран данный порядок вещей. Первичное начало вещей неизвестно, невозможно заранее предположить, верно ли начертан тот или иной план композиции, создаваемой сегодня, здесь и сейчас, новой архитектурной формы. Познание оснований требует вдумчивого, фундаментального изучения, последовательного погружения в глубины предмета исследования, но конечный порядок можно познать экспериментально эмпирическим, т.е. опытным, путём, вступая в реальное взаимодействие с обществом, принимая активное участие в непосредственном конструировании данной нам современной реальности. Одной из ведущих черт структурного мышления является осознание первостепенной важности взаимодействия частей в создании единого целого для последующего запланированного взаимодействия в будущем, понимание этого взаимодействия, лежащего в основании пространственной структуры или внутреннего устройства архитектурной формы как реального и весьма важного феномена в архитектуре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Салливан Л. Высотные административные здания, рассматриваемые с художественной точки зрения // Мастера архитектуры об архитектуре. М.: Искусство, 1972. 45 с.
2. Гинзбург М. Я. Новые методы архитектурного мышления // Мастера советской архитектуры об архитектуре. М.: Искусство, 1975. 303 с.

3. *Витрувий Марк Поллион. Десять книг об архитектуре.* М.: Едиториал УРСС, 2003. 320 с.
4. *Данилова Э.В. К пониманию генезиса теории архитектуры: исторический контекст трактата Витрувия // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство: сборник статей / СГАСУ. Самара, 2016. С. 37-41.*
5. *Лебедева Г.С. Новейший комментарий к трактату Витрувия «Десять книг об архитектуре».* М.: Едиториал УРСС, 2015. 160 с.
6. *Корбюзье Л. Новый дух в архитектуре.* М.: Strelka Press, 2017. 120 с.
7. *Лоос А. Почему мужчина должен быть хорошо одет. Некоторые разоблачения модных облачений.* М.: Strelka Press, 2016. 116 с.
8. *Лефевр А. Производство пространства / пер. с фр. Ирина Стаф. М.: Strelka Press, 2015. 432 с.*
9. *Айзенман П., Колхас Р. Суперкритика.* М.: Strelka Press, 2017. 218 с.
10. *Вальшин Р.М. К вопросу о методологии проектирования. Возвращение к «африканскому искусству» // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство: сборник статей / СГАСУ. Самара, 2015. С. 103-108.*
11. *Некрасов А.И. Теория архитектуры.* М.: Стройиздат, 1994. 480 с.
12. *Гропиус В. Круг тотальной архитектуры.* М.: Ад Маргинем Пресс, 2017. 208 с.

Об авторе:

ВАЛЬШИН Расим Мунирович
 доцент кафедры градостроительства
 Самарский государственный технический университет
 Академия строительства и архитектуры
 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
 E-mail: r.m.wall@mail.ru

VALSHIN Rasim M.
 Associate Professor of the Town Planning Chair
 Samara State Technical University
 Academy of Civil Engineering and Architecture
 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
 E-mail: r.m.wall@mail.ru

Для цитирования: *Вальшин Р.М. Первичные основания архитектурной формы // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 74-81. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.13.*
 For citation: *Valshin R.M. Primary Foundations of the Architectural Form // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 74-81. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.13.*

Э.В. ДАНИЛОВА

ЖАН-НИКОЛЯ-ЛУИ ДЮРАН: МАШИНА АРХИТЕКТУРЫ

JEAN-NICOLAS-LOUIS DURAND: MACHINE OF ARCHITECTURE

В статье рассматривается проектная методология, изобретенная французским архитектором Жаном-Николя-Луи Дюраном как машина массового производства архитектуры. Описываются предпосылки исторически-временного контекста, определившие требования к проектированию и строительству большого количества общественных зданий. Исследуется историческая параллель между различными эпохами, когда урбанистическая экспансия становилась причиной для изобретения методов скоростного и простого проектирования различных объектов. Описывается методология Дюрана на основе анализа двух теоретических трудов. Исследуются положительные и отрицательные стороны проектного подхода, основанного на подобной методологии. Устанавливается роль работы Дюрана в процессе создания архитектуры для современного города.

Ключевые слова: массовое производство, архитектурная типология, симметрия, регулярность, простота, разнообразие, урбанистическая экспансия

Сегодня архитектура отличается большим разнообразием типологий, форм, структур. Не существует единственной идеальной модели, образца, как и нет установленных правил, которые бы определяли создание архитектурного объекта. Насущная необходимость постоянного производства архитектуры является основанием для разработки методов, позволяющих реализовывать вариативность и создавать новые формы. Постоянное обновление архитектурного словаря и репертуара является прямым следствием рынка, стимулирующего инновации, связанные не только с технологическим совершенствованием, но и с вопросами внешнего вида и внутренней пространственной организацией. Таким образом, возникает проблема метода, который бы позволял индустриальное производство разнообразия в архитектуре и урбанизме.

Данная проблема не нова. Сама постановка проблемы была обязана Великой французской революции. За политическими изменениями последовали процессы строительства нового социума и, как следствие, появление новых задач для архитектора. Прежде всего эти задачи были связаны со строительством общественных объектов – больниц, школ, административных зданий, музеев, библиотек, а также промышленной инфраструктуры, которая должна была способствовать индустриальному развитию Франции. Королевская академия архитектуры была

The article deals with the design methodology invented by the French architect Jean-Nicolas-Louis Durand as a machine of mass production of architecture. The author describes the historical and temporal background which determined the requirements for the design and construction of a large number of public buildings. The historical parallel between different epochs when urban expansion became the reason for the invention of methods of high-speed and simple design of various objects is studied. Durand's methodology is described based on the analysis of two theoretical works. The positive and negative aspects of the project approach based on such methodology are investigated. The role of Durand's work in the process of creating architecture for the modern city is established.

Keywords: mass production, architectural typology, symmetry, regularity, simplicity, diversity, urban expansion

распущена в 1793 г. вместе с Академией живописи и скульптуры. Требовались новые институции, где бы реализовывалась подготовка архитекторов, заказ которых был теперь связан с общественными работами, а не с королевскими резиденциями. В начале XIX в. были учреждены два новых образовательных учреждения – это Политехническая школа (1794 г.) и во время периода Реставрации – Школа Изыщных искусств (1817 г.). Архитектура разделилась на две области. Одна была связана с инженерной подготовкой, другая – с разработкой вопросов художественной формы. Отделение вопроса фортификаций от общих вопросов архитектуры произошло ещё в период Возрождения, когда теория фортификаций была выделена в отдельную форму. Но, несмотря на расхождение инженерных и художественных вопросов, обе области были связаны общими вопросами организации архитектурного пространства. Это стало причиной того, что в подготовку инженеров в Политехнической школе входил курс архитектуры, разработанный Ж.-Н.-Л. Дюраном.

Жан-Николя-Луи Дюран (1760-1834) бы учеником Этьена Булле. Он участвовал в конкурсах на Римский приз, посетил Италию. Участвовал в конкурсах вместе с Жаном-Томасом Тибо. В 1794 г. Дюран выиграл вместе с Тибо конкурс на «Храм равенства» и с этого года стал преподавать в открывшейся Политехнической школе. Именно преподавание

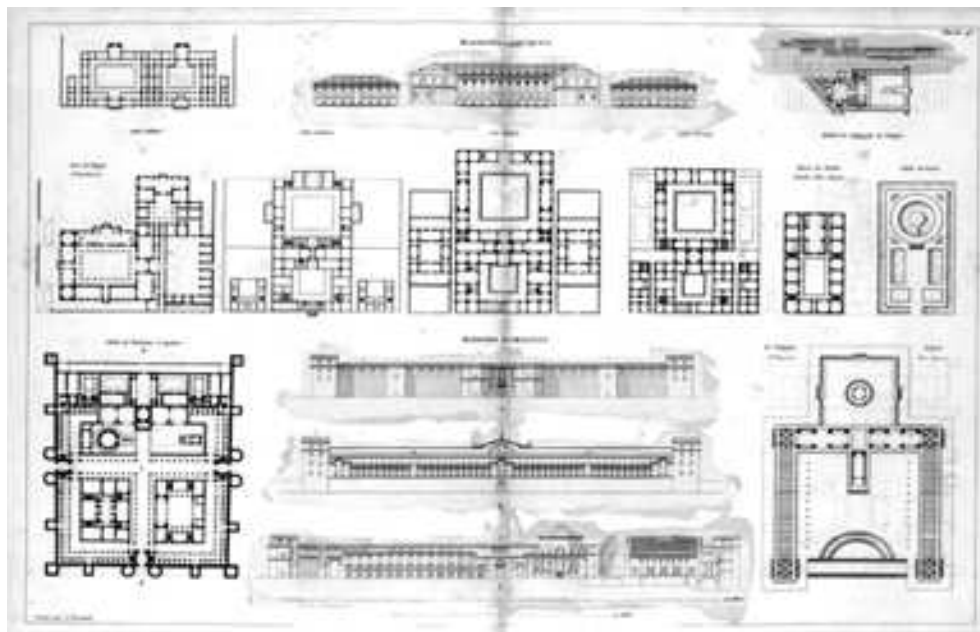


Рис. 1. Таблица из книги Ж.-Н.-Л. Дюрана «Собрание и сравнение зданий всех жанров, древних и современных, примечательных своей красотой, величием или своеобразием и вычерченных в одном масштабе»

дало импульс к разработке нового метода, который бы позволил в короткие сроки обучения дать знания по проектированию зданий различной типологии. Дюран выпустил два труда, которые представляли собой два главных справочника и учебника для архитекторов нового поколения. Первой увидела свет книга «Собрание и сравнение зданий всех жанров, древних и современных, примечательных своей красотой, величием или своеобразием и вычерченных в одном масштабе» (1800 г.) [1]. В этой иллюстрированной энциклопедии были собраны здания всех типов и исторических эпох (рис.1).

Все они были начерчены в одном масштабе и одной графической технике. Энциклопедия представляла собой уникальный информационный ресурс, поскольку ранее такие сведения могли быть почерпнуты только из разных источников. Но это было не единственное достоинство книги. Единообразие изображений и сопоставимость масштабов определяли не только формальное, но и содержательное равенство архитектурных объектов со всего света. Таким образом, равенство архитектурной культуры свидетельствовало о признании равенства различных культур. Такое признание стало возможным только после Великой французской революции. Выходу «Собрания» предшествовал длительный теоретический дискурс, который и определил принятый в книге подход.

К концу XVIII столетия архитектурная теория, продолжающая идеи Античности и Возрождения, исчерпала себя с точки зрения ее применимости к новой реальности индустриального развития и про-

фессионального научного потенциала. Дискуссия об ордерах была мало применима к строительству мостов и других инженерных сооружений. Кроме того, география, расширяющаяся благодаря развитию межконтинентальных путешествий и археологических исследований, открыла мир разнообразия архитектурных форм. Это разнообразие было невозможно объяснить с помощью традиционной архитектурной теории, основой которой была греко-римская система. Новые архитектурные культуры способствовали стремлению написать общую историю архитектуры, которая бы включала все типы архитектурных сооружений разных эпох и разных стран. Такую попытку включения разнообразия предпринял Картмер ле Квинси в очерке «Архитектура», который он писал для Методической энциклопедии после 1788 г. Ему принадлежит идея трех источников архитектуры – примитивной хижины, пещеры и тента, относящихся соответственно к разным культурами. Это понимание уже привносило в теорию архитектуры возможность существования других идеальных моделей, которые могли быть выбраны в качестве точки отсчета. Архитектор Жак Гийом Легран долгое время работал над созданием общей истории архитектуры, оставшейся незаконченной. Но эссе, предшествующее книге, было опубликовано в одно время с работой Дюрана и по замыслу Леграна должно было рассматриваться как сопровождающее иллюстративные таблицы. Новый широкий взгляд на историю архитектуры, тем не менее, не отменял линейной последовательности и давал повод для сравнительного анализа, в котором

в диссертации у Картмера де Квинси архитектура западной цивилизации с ее греко-римскими основами расценивалась как наиболее совершенная.

Иное восприятие истории в архитектурной культуре появилось после создания «Собрания» Дюрана. Классифицированные по типам архитектурные объекты, принадлежащие к непохожим культурам мира, воспринимались как огромный каталог архитектурных форм, которые свободно могли применяться в архитектурном проектировании. Вместо системы оценок «Собрание» предоставляло возможность сравнения абстрактных категорий – масштаба, массы, объема, членений и ритма. Такой взгляд на историю устранял доминирование единственной легитимной до этого греко-римской системы и, напротив, устанавливал возможность свободного выбора, который мог быть определен только волей архитектора. Античная система ордеров утрачивала свое ключевое значение и становилась одной из систем, реализованных в архитектуре разных цивилизаций. История, как писал Сола-Моралес, становилась «инструментом, доступным для архитектора, который мог ее использовать и включать без особых трудностей в свои проекты» [2]. Этот радикальный пересмотр отношения к истории был, несомненно, реализован в духе декрета Национального конвента о республиканском календаре в 1793 г.

Новая цивилизация устанавливала свое время, и история как временной процесс также могла быть экспроприрована на службу обществу. Рационалистический «культ Разума» похожим способом повлиял на отсутствие иерархии в типологии Дюрана. Все объекты классифицировались на основе их функционального типа. Таким образом, традиционная иерархия архитектурных объектов, начинавшаяся сакральными зданиями, была разрушена. Новый принцип – пользы – стал доминирующим в рассмотрении архитектуры. Приоритет принципа пользы позволил поставить архитектуру в один ряд с инженерией, и этот шаг обеспечивал продвижение архитектуры на пути всеобщего прогресса. Любые архитектурные формы могли быть поставлены на службу общественным интересам, если они давали возможность максимизации пользы и удобства. Само название «Коллекция» также реферировало к культуре коллекционеров и антикваров, и представление объектов в книге Дюрана имело прямую параллель с демонстрацией экспонатов и сувениров в собраниях просвещенной публики. Очевидно, что такая трактовка истории архитектуры также открывала путь независимого существования архитектурной формы, больше не связанной со своим первоначальным значением. Понятие значения формы было заменено понятием характера.

Концепция характера в архитектуре уже разрабатывалась французскими теоретиками – Жерменом Боффрином, Картмером де Квинси и учителем Дюрана Этьеном-Луи Булле. Реализация функции

экспрессии рассматривалась в различных трактовках характера. Три разных звучания в классической системе архитектурных ордеров были недостаточны для выражения цивилизационной симфонии, которой к этому времени становился западный мир. Так появилась необходимость в связи концепции характера с физиогномикой, театром и музыкой. Различия выражались в том, что является областью выражения характера – сама композиция или язык архитектурных деталей. Квинтэссенцией «говорящей архитектуры» стало творчество Клода Леду и Этьена-Луи Булле. Дюран выглядит наследником не только своего учителя Булле, но и Боффриана, который утверждал, что «своей планировкой, своей структурой и декорациями все ... здания должны провозглашать свои цели зрителю» [3]. Но Дюран адаптировал театральную концепцию Боффриана к своему прагматическому времени. Для него характер здания с самого начала определялся уже самим функциональным назначением здания: «Разве все части здания, будучи предназначенными для различного использования, расположены соответствующим образом, разве они не будут неизбежно отличаться?» [4] Количество частей структуры и их пространственная организация, по Дюрану, уже выражают функцию, а следовательно, и задают характер здания.

Определив отношение к типологии, архитектурным элементам и экспрессии, Дюран разработал метод, который позволял с достаточной скоростью и легкостью проектировать здания любого назначения и масштаба. Этот метод был представлен в виде иллюстративных таблиц и пояснений в его следующей работе «Краткое изложение уроков архитектуры» (1802-1819 гг.). В Политехнической школе образование инженеров основывалось на методах, изложенных в «Дескриптивной геометрии» Гаспара Монжа (1799 г.), великого ученого и одного из организаторов Политехнической школы. В этой работе Монж основал построения трехмерной формы и создание ортогональных проекций. Наука, получившая название начертательной геометрии, позволяла представить и спроектировать геометрическую форму любой сложности. Таким образом, любой архитектурный объект мог рассматриваться как комбинация простых геометрических тел. Эта техническая репрезентация отвечала архитектурной концепции того же Булле, который полагал, что любой объем представляет собой массу, оформленную посредством плоскостей, контуры которых и определяют форму. Булле отдавал предпочтение регулярным объемам, созданным на основе симметрии, оформляющие плоскости которых являются различными, что создает впечатление четкого порядка. Ясность ордера отличает совершенную композицию. Дюран наследует своему учителю и выделяет симметрию, регулярность и простоту как основные качества хорошего проекта. Отдавая дань эпохе, Дюран выдвигает аргумент экономии в защиту простых форм. Каждый

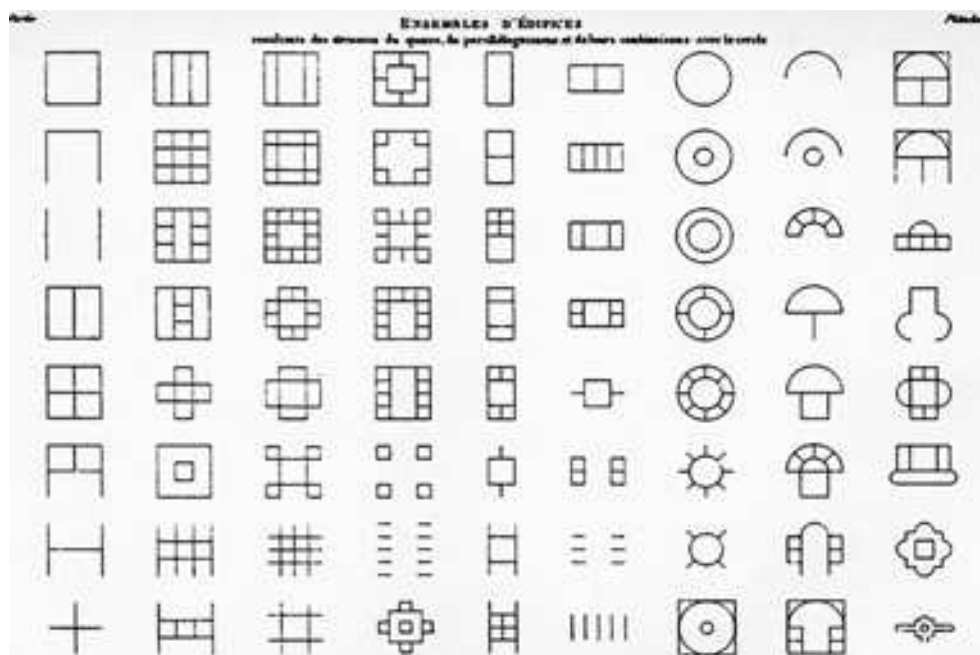


Рис. 2. Таблица «Универсальные структуры» из книги Ж.-Н.-Л. Дюрана. «Краткое изложение уроков архитектуры»

архитектор должен руководствоваться принципом экономии наряду с принципом пользы, и эти качества сами по себе должны определять совершенство объекта – симметричного, регулярного и простого. Как и Булле, Дюран считал, что простые формы и симметричные объемы создают возможность ясного послания и, соответственно, будут наиболее выразительными (рис. 2).

Из этих положений, объединённых с приёмами начертательной геометрии, и рождается метод Дюрана. Данный метод был явным продолжением исторической теоретической французской архитектурной традиции, которая развивалась как реакция на итальянскую теорию архитектуры. Идеи экономии, рациональности и геометрических оснований присутствовали в самых первых архитектурных трактатах Ле Мюэ [5]. Очевидно, что каркасный метод строительства, восходящий к готике, проявился в работе Дюрана, который обнажил скрытую за архитектурными элементами осевую композиционную конструкцию архитектурного объекта. Именно в этой абстрагированной от материала системе и заключался, по его мысли, ясный ордер. Дюран объяснил свой метод графически на одной из таблиц в «Уроках» (рис. 3).

Сначала возникает сетка главных осей, затем появляются дополнительные оси, после чего изображаются стены и колонны. Архитектурные элементы – портики, лестницы, карманы – завершают план. И далее проектировщик дополняет проекцию плана фасадами и разрезами. Студенты Политехнической школы работали на бумаге, расчерченной в клетку, что уже задавало модульное измерение и грани-

цы. Формальное решение определялось выбором архитектурных элементов из «Коллекции». Таким образом, процесс проектирования превращался в процесс монтажа объемов и деталей по заданной системе композиционных осей. В «Уроках» были собраны таблицы с изображением множества различных композиционных схем, которые могли бы быть применены для любого типа здания. Руководствуясь двумя книгами Дюрана, студенты, пройдя курс от простого к сложному, были готовы к выполнению любых проектных задач. В этом было главное достижение метода Дюрана, поскольку применение метода позволяло буквально наладить индустриальное производство разнообразных структур.

Существует определенное сходство методологии Дюрана с методом градостроительной планировки, который развивался в течение столетий. Определение основных осей и планировочной сетки, расстановка объектов в строго установленной иерархии и, наконец, переход от плоскости в пространство – по сути это применение одного и того же алгоритма. Но в случае архитектуры метод Дюрана продемонстрировал очевидный уход от представления архитектурного объекта как творческого акта, в котором есть элемент случайности и интуиции. Дюран предложил замену вдохновения и творческого переосмысления природы рациональным действием, в котором расчет преобладает над чувствами. Сами используемые архитектурные элементы не несли никаких коннотаций и превращались в абстрактные формы, которые можно было оценивать только с точки зрения пропорций, а сами сочетания объемов рассматривались с позиции ритма и контраста.

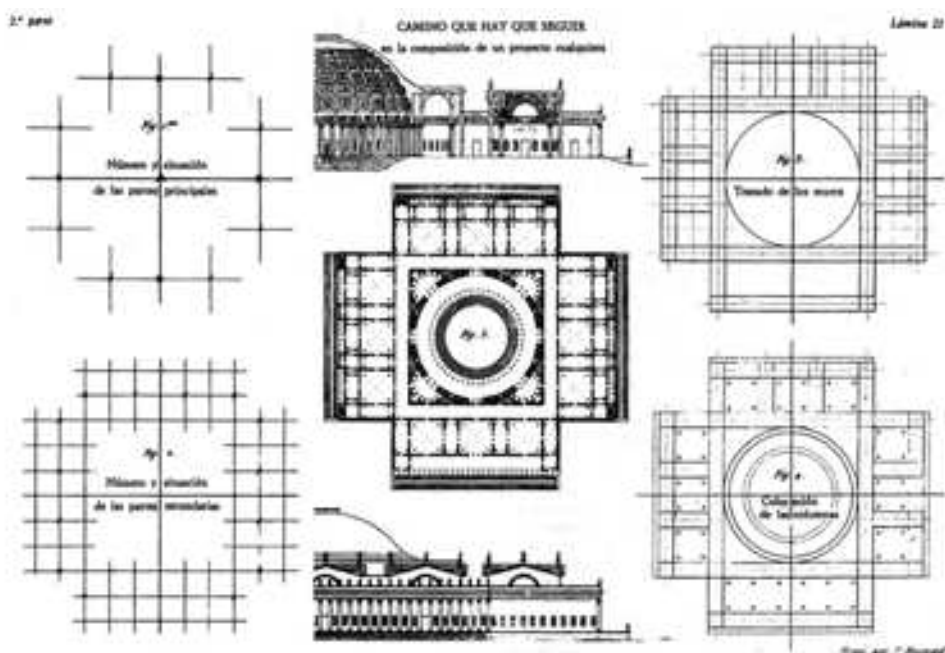


Рис. 3. Таблица «Стадии архитектурной композиции» из книги Ж.-Н.-Л. Дюрана. «Краткое изложение уроков архитектуры»

Примечательно, что студенты Политехнической школы не изучали историю архитектуры, а довольствовались каталогом Дюрана. Таким образом, метод определил развитие эклектики, поскольку применение и сочетание форм различного происхождения было неограниченным.

Результатом такого обучения стало массовое производство проектировщиков, которые восполняли дефицит общественных построек в городах Франции, но при этом почти на долгое время устранили из всемирной архитектурной истории имена французских архитекторов. Последующие новации вплоть до конца XIX столетия были во многом связаны с применением металлических конструкций и инженерных решений. Метод Дюрана позволил проектировщикам справиться с задачей строительства масштабных зданий новой типологии – выставочными дворцами и железнодорожными вокзалами. Абстрактная осевая система пространственной организации являлась посредником к активному применению металлических конструкций в архитектуре. Требования же новой типологии вполне укладывались в комбинаторику функциональных пространственных единиц, позволяя в то же время масштабировать архитектурные элементы в соответствии с необходимостью. Метод Дюрана обеспечивал не только технологическое развитие архитектуры, но продолжал раздвигать границы традиционной ордерной системы, что в свою очередь открывало путь любым возможным интерпретациям и расширению архитектурного словаря (рис. 4).

Несмотря на то, что Дюран разрабатывал свой подход для отдельно стоящих общественных объек-

тов, методология оказалась впоследствии легко применимой для проектирования жилой застройки в период преобразований Парижа Ж. Османом. В процессе урбанистической реконструкции проектировщики столкнулись с проблемой разработки и размещения типовых домов для застройки кварталов. Традиционная структура дома в виде L- и T-образной формы должна была быть адаптирована для участков преимущественно неправильной трапециевидной формы. Проектировщики применили алгоритм Дюрана. Первоначально проводилась биссектриса острого угла трапеции, которая служила внутренней границей участка. Само деление квартала на участки устанавливалось перпендикулярно длинным сторонам квартала. Таким образом, регулярная и равновесная внутренняя структура участка преодолевала сложности внешнего периметра. Другое развитие темы отдельно стоящих симметричных объектов можно обнаружить в идеологии самого плана реконструкции Парижа. Сила симметрии, создающая весомое ощущение статики, обеспечивала их роль в качестве аттракторов в урбанистической среде, подобно колоннам в структуре здания. Такое расположение общественных объектов диктовало необходимость новых связей, которые и были наложены на старую урбанистическую структуру. Приведение неправильной и контрастной в своих различиях планировки к симметрии, регулярности и простоте путем наложения новой сетки было следствием развития методологии Дюрана, создателя эффективной архитектурно-планировочной машины, устанавливающей порядок в урбанистическом масштабе и на уровне архитектурного объекта.

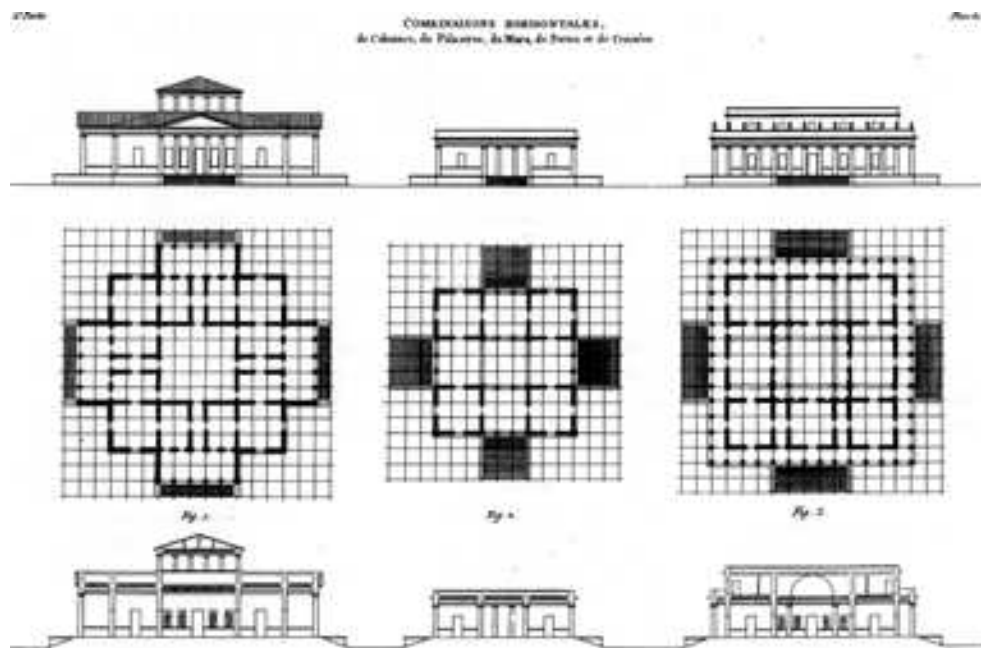


Рис. 4. Таблица «Комбинации горизонталей» из книги Ж.-Н.-Л. Дюрана. «Краткое изложение уроков архитектуры»

Массовое производство архитектуры для растущих исторических городов стало востребованным в Западной цивилизации в эпоху модернизации впервые после урбанистической экспансии Римской империи в эпоху Античности. Нетрудно заметить параллель между нормативной теорией Витрувия и нормативной теорией Дюрана. В обоих случаях требования скорости и легкости массового строительства привели к созданию машины архитектуры, реализующей наиболее убедительный порядок на основе простых правил. Отсюда возникает культ симметрии как простейшей гармонии, регулярности как характерного свойства универсальной структуры, простоты как необходимого условия массового производства. Результаты работы такой машины архитектуры неоднозначны. Применение универсального метода, сводящего творческий поиск к комбинаторике элементов, с одной стороны, обеспечивает индустриальное производство архитектуры, но, с другой – оказывается несостоятельным в передаче духа эпохи – создании художественных образов. Неслучайно римляне преуспели в развитии типологии и конструктивных новациях, но ничего не добавили с точки зрения искусства к ордерной системе, созданной в Греции. Похожие результаты показал и метод Дюрана. Отсутствие образности стало одной из причин архитектурного кризиса конца XIX в. Индустриальный классицизм, массово заполнивший европейские города, был подвергнут критике со стороны как сторонников, так и противников индустриального прогресса. Если первые рассматривали стиль «маску» как не отвечающий своим историзмом современности, то вторые критиковали его за избыточный техницизм, устранивший качество искусства из

архитектурного проекта. Эклектика, позволявшая применение разнообразных архитектурных элементов в системе Дюрана, не была способна предложить новые формы взамен исторических. И сторонники, и противники прогресса испытывали потребность в расширении архитектурного словаря. Второй недостаток машины Дюрана заключался в том, что производством симметричных и иерархичных по своей структуре объектов было не способно решить задачи урбанистической реконструкции и нового строительства, поскольку к началу XX столетия заказ на отдельно стоящие общественные здания был исчерпан. Вместо этого существовала потребность в проектировании рядовой застройки, которая должна была подчиняться урбанистическому контексту и урбанистической плотности и требовала неоднозначных решений пространственной организации. Радикальная реконструкция Парижа была феноменом, который не мог быть повторен более в таком масштабе в силу политических обстоятельств, и машина Дюрана не была эффективной с точки зрения индивидуальных решений урбанистического строительства. В свою очередь, вопросы пространственной динамики перекликались с вопросами динамичного художественного образа, выражающего смысл модернизности, которая была уже непредставима без транспортных и информационных потоков. Все это привело к появлению запроса на новые методы пространственной организации и новых форм в архитектуре, что и было решено сначала модерном, а затем современной архитектурой. Но как только в архитектуре XX в. вновь встал вопрос о разработке серий, которые можно было бы реализовать индустриальным способом, машина Дюрана вновь оказалась в центре

внимания, что является справедливым и для сегодняшней архитектурной теории и практики [6–11]. О растущей актуальности в эпоху развития информационных технологий работы Дюрана свидетельствует проходившая во Франкфурте-на-Майне в октябре 2017 г. конференция «Стандартная архитектура. От Дюрана до BIM» [12].

Выводы. Методология Дюрана не является исчерпанной и устаревшей. История ее появления, распространения и кризиса свидетельствует о нелинейном процессе развития архитектуры в условиях урбанистического развития. Периоды востребованности массового производства архитектуры связаны с периодами урбанистической экспансии и масштабной реконструкции. Задачи художественной выразительности архитектурного объекта в этот момент уходят на второй план. Но в машине Дюрана был заложен алгоритм всевключения, который определил не только появление эклектики, но и последующее расширение художественной образности и ее прототипов в архитектуре. В период постмодернизма методологию Дюрана можно рассматривать в широком смысле – как создание пространственных структур, так и создание новых архитектурных форм. Так или иначе, массовый запрос на создание разнообразия в архитектуре и урбанизме сегодня ставит перед проектировщиками задачу формирования универсальных способов пространственной организации и изобретения внешней формы. Ответ на такую задачу заключается в поиске алгоритмов проектирования и универсальных моделей, которые служат первичными типами, открывающими путь к трансформациям и интерпретациям. Подход, развивающий методологию Дюрана, не отвечает на задачу уникальности или авторского жеста, что является индивидуальным актом архитектурного творчества, но позволяет решить такую фундаментальную проблему современного урбанизма, как серийное производство инвариантов, что обеспечивает целостность и разнообразие городской среды. Машина Дюрана является практически идеальным инструментом для создания архитектуры, диктуемой требованиями современного рынка с его идеологией постоянного обновления и современного производства, способного с высокой скоростью и качеством реализовать объекты любых форм и любой технологической сложности в рамках ограниченных серий.

Об авторе:

ДАНИЛОВА Элина Викторовна
кандидат архитектуры, доцент, профессор кафедры градостроительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: red_avangard@mail.ru

Для цитирования: Данилова Э.В. Жан-Николя-Луи Дюран: машина архитектуры // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 82–88. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.14.
For citation: Danilova E.V. Jean-Nicolas-Louis Durand: Machine of Architecture // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 82–88. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.14.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Durand J.-N.-L. Recueil et Parallele des Edifices de Tout Genre Anciens et Modernes. URL: <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/durand1802/0001/thumbs> (дата обращения: 16.12.2017).
2. De Sola-Morales I. The Origins of Modern Eclecticism: The Theories of Architecture in Early Nineteenth Century France // *Perspecta*. 1987. Vol. 23. PP. 120–133. URL: <http://www.jstor.org/stable/1567112> (дата обращения: 16.12.2017).
3. Boffrand G. Book of Architecture Containing the General Principles of the Art. Farnham: Ashgate Publishing, 2003. P. 35–36.
4. Durand J.-N.-L. *Precis of the Lectures on Architecture*. Los Angeles: Getty Publications Program, 2000. PP. 83–85.
5. Данилова Э.В. Становление классической теории архитектуры во Франции // Приволжский научный журнал. 2016. № 3 (39). С. 70–74.
6. Карпов В. В. Структура в судьбе архитектуры // *Academia*. Архитектура и строительство. 2014. №4. С. 15–26.
7. Кожар Н. В. Архитектурная теория эпохи романтизма в Германии и развитие западноевропейского зодчества конца XVIII – первой половины XIX в.: дис. ... д-ра арх.: 18.00.01. М., 2001. 486 с.
8. Контева Т.В. Представления о началах архитектуры и строении зданий в трактатах французского просвещения: дис. ... канд. арх.: 05.23.20. М., 2015. 153 с.
9. Aureli P. V. More and More About Less and Less: Notes Toward a History from the Enlightenment to Modernism // *Log*. 2009. №16. PP. 7–18. URL: <http://www.jstor.org/stable/41765273> (дата обращения: 15.12.2017).
10. Morgan D. Concepts of Abstraction in French Art Theory from the Enlightenment to Modernism // *Journal of the History of Ideas*. 1992. Vol. 53. № 4 PP. 669–685 URL: <http://www.jstor.org/stable/2709943> (дата обращения: 15.12.2017).
11. Villari S. J.N.L. Durand (1760–1834) : art and science of architecture. New York : Rizzoli, 1990. 102 P.
12. Standard Architecture. From Durand to BIM // URL: <https://www.uni-kassel.de/fb06/en/subject-areas/architecture/architectural-theory-and-design/veranstaltungen/review-of-past-events.html> (дата обращения: 16.12.2017).

DANILOVA Elina V.
PhD in Architecture, Associate Professor of the Town Planning Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: red_avangard@mail.ru

В.А. САМОГОРОВ

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РАЙОНА ГОРОДА КУЙБЫШЕВА – БЕЗЫМЯНКА В 1930–1950-Е ГОДЫ

ARCHITECTURAL AND PLANNING FORMATION OF INDUSTRIAL AREA OF KUYBYSHEV – BEZYMANKA, IN THE 1930s–1950s

Рассматривается процесс формирования архитектурно-планировочной структуры промышленного района города Куйбышева в русле теоретической концепции 1930-х гг. – социалистического города. Выявляются особенности процесса проектирования и строительства крупнейшего в СССР промышленного узла авиационной отрасли и обслуживающего его жилого района в условиях переходного этапа предвоенного, военного и послевоенного периода. Анализируется сложившаяся застройка района на трех иерархических уровнях организации – промышленно-селитебного района, жилых кварталов, жилых зданий. Определяются архитектурно-композиционные особенности сложившейся городской среды.

Ключевые слова: генеральный план г. Куйбышева 1937 года, сад-город, рабочий поселок, соцгород, промышленный район Безымянка, архитектурно-планировочная структура, промышленный узел

Вторая половина 1920-х гг. в СССР – время разработки программы индустриализации. Решающим фактором ее реализации стала разработка и внедрение государственной градостроительной концепции соцгорода, которая пришла на смену концепциям города-сада, рабочего поселения, урбанизации и дезурбанизации. В отличие от них теория соцгорода основывалась на принципе жесткого прикрепления рабочей силы к местам приложения труда как решающем условии выполнения производственной программы государства. И, как следствие, соцгород создавался как искусственно формируемый продукт нормативного регулирования и распределения. Город стал трактоваться теоретически и возводиться практически исключительно как поселение при производстве. Принципы проектирования соцгородов были изложены в виде планировочных нормативов в Инструкции НКВД за № 184 от 28 мая 1928 г. [1]. Примером реализации концепции соцгорода в 1930-1940-е гг. стал промышленный район города Куйбышева – Безымянка.

Общая характеристика района

Безымянка представляет собой крупный промышленно-селитебный район, расположенный на расстоянии 12 км к северо-востоку от города Самары (Куйбышева), вблизи станции Безымянка. Основой

The process of forming the architectural and planning structure of the industrial area of the city of Kuibyshev in the mainstream of the theoretical concept of the 1930s. - a socialist city - is considered. The specifics of the process of designing and building the largest in the USSR industrial hub of the aviation industry and the residential area serving it in the conditions of the transitional stage of the prewar, military and post-war period are revealed. The existing building of the district is analyzed on three hierarchical levels of the organization - industrial-residential area, residential quarters, residential buildings. The architectural and compositional features of the existing urban environment are determined.

Keywords: general plan of the city of Kuibyshev in 1937, garden-city, working settlement, social city, industrial area Bezymyanka, architectural and planning structure, industrial center

его формирования стал комплекс авиационных предприятий, эвакуированных из западных районов страны в город Куйбышев в начале 1940-х гг. К 1946 г. в нем проживало более 200 тысяч человек – контингента, состоявшего из эвакуированных, вольнонаемных, военнообязанных, трудообязанных и заключенных. В общих чертах жилой район размещался в границах современных улиц XXII Партсъезда, Карла Маркса, Алма-Атинской и железной дороги. Промышленный район занимал территорию от железной дороги до берега реки Самары. С 13 марта 1942 г. этот район города получил название Кировский район [2].

Градостроительные предпосылки возникновения района

В мае 1928 г., в соответствии с реализуемой градостроительной доктриной социалистического расселения, Самара стала центром вновь образованной Средне-Волжской области, объединившей территорию Самарской, Симбирской, Пензенской, Оренбургской и части Саратовской губерний. С 1929 г. область стала именоваться Средне-Волжским краем. Правительство поставило задачу преобразовать его из аграрного в индустриально-аграрный регион на основе развития энергетической базы, добычи и переработки горючих сланцев, производства строительных материалов, строительства предприятий легкой и тяжелой промышленности.

В 1927-1929 гг. московские архитекторы бюро картоиздательства НКВД В.Н. Семенов и А.А. Галактионов разработали проект планировки и застройки города «Большая Самара» на тридцатилетний расчетный срок – до 1958 г. Для вновь проектируемого крупного промышленного района была предложена линейно-поточная схема организации застройки. Промышленная зона и жилой район разделялись железной дорогой, вдоль которой создавалась санитарно-защитная полоса. Предполагалось, что развитие промрайона начнется со строительства крупного Авиазавода в районе старых каменоломен. Однако, как показали изыскания, этот район оказался не пригоден для застройки капитальными зданиями из-за неблагоприятной гидрогеологической ситуации [3].

Идея строительства крупного индустриального района в Куйбышеве на Безымянке оформилась лишь к середине 1930-х гг. Генеральным планом 1935-1937 гг. в городе предполагалось построить ряд крупных промышленных предприятий – автомобильный завод, мясокомбинат, масло-экстракционный завод, обособленный завод, киркомбинат и др. Транспортный фактор, связь с водой, а также учет санитарно-гигиенических требований к размещению предприятий определили расположение крупнейшей промзоны вдоль железной дороги и реки Самары в районе станций «Безымянка» и «Пятилетка» (рис. 1) [3].

В 1937 г. было принято решение о строительстве крупнейшего в мире Куйбышевского гидроузла на Волге у Красноглинского створа, для чего были созданы рабочие поселки Управленческий и Мехзавод для вольнонаемных рабочих, а также лагеря для заключенных, ставших основной рабочей силой этого строительства. Для обеспечения строительства электроэнергией на Безымянке в 1938 г. началось строительство мощной ТЭЦ. Однако в конце 1930-х гг. от плана строительства гидроузла пришлось отказаться, а Безымянка стала рассматриваться в качестве стратегической площадки индустриального развития города.

Формирование архитектурно-планировочной структуры района

Населенный пункт под названием Безымянка появился на карте губернии еще в 1875 г., в связи с прокладкой железнодорожной магистрали от Самары в направлении Уфы. Здесь располагался один из разъездов одноколейной линии, получивший свое название по имени протекавшей здесь речки Безымянки. В 1910 г. к северу от станции появился поселок Зубчаниновка, предназначенный для строительства дач работников железной дороги. В 1912 г. в этом месте начал строиться Императорский завод «Сажерез» (Самарский железнодорожно-ремонтный завод). Рядом расположился поселок под названием «Сад-город». Он имел радиальную планировочную структуру, основанную на принципах построения

идеального города-сада Говарда. Участки на территории поселка «Сад-город» были закреплены за заводом «Сажерез» и предназначались для временного барачного и капитального строительства. В 1935 г. предприятие получило название Куйбышевский завод запасных частей (КЗЗЧ).

Ориентируясь на идеи генерального плана Москвы 1935 г. (автором которого был разработчик плана «Большая Самара» В.Н. Семенов), бригада местных архитекторов под руководством А.Л. Каневского в генплане 1935-1937 гг. предложила развивать город, в том числе промышленный район Безымянку, на регулярной планировочной основе, дав ему ансамблевую трактовку. Куйбышевские архитекторы дополнили квартальную застройку системой городских и районных ансамблей.

Общественному центру Безымянской промзоны отводилась важная архитектурно-градостроительная роль, о чем свидетельствуют проекты застройки Безымянки 1930-х гг. – кварталов вдоль 2-й Безымянской магистрали (улица Победы) (арх. А.Л. Каневский, 1935) и Безымянского районного центра (арх. Л.А. Волков, 1939) (рис. 2). На начальной стадии разработки Безымянка мыслилась 4-5-этажной. Однако обстоятельства военного времени вынудили обратиться к более экономичному малоэтажному строительству, что в результате придало пространству Безымянки масштаб города-сада.

Начало капитальному строительству на Безымянке положил квартал завода КЗЗЧ (арх. А.Л. Каневский, Л.А. Волков, 1934). Он состоял из 8 одинаковых жилых зданий секционного типа, 6 из которых и Дом культуры были построены. Участок располагается в границах существующих улиц Победы, Ново-Вокзальной, Калинина и Свободы.

Безымянка, представлявшая на тот момент автономное городское образование, была связана с городом Куйбышевом по железной дороге и Черновскому шоссе (улица Гагарина) с грунтовым покрытием. Для обеспечения удобной связи работающих с предприятиями района в 1941 г. был введен в эксплуатацию трамвайный маршрут №3 от улицы Полевой до площади Кирова, который в 1943 г. был продлен до завода №18 (район современной остановки «Юнгордоок»).

Особенности архитектурно-планировочной структуры индустриального района Безымянка

Особенностью архитектурно-планировочной структуры нового индустриального района стал синтез трех теоретических градостроительных моделей – города-сада, рабочего поселка и соцгорода. Он создавался для реализации важнейшей народнохозяйственной задачи – строительства военно-промышленного авиационного комплекса. «На базе реконструкции существующего города и освоения новой территории по направлению к ст. Пятилетка (б. Безымянка) создается социалистический город Куйбышев, население которого к 1948 г. возрастет до 620000 человек» [4].

Согласно генплану 1937 г. город Куйбышев проектировался как единая архитектурно-градостроительная система, в состав которой вошли исторически сложившийся город и новый индустриальный район Безьямянка. Планировочный каркас города составляли промышленные предприятия и промышленные районы, объединенные единой транспортной и инженерной инфраструктурой, зелеными бульварами и скверами, а также формирующимися на этой основе общественными центрами. «Большой Куйбышев» проектировался как соцгород и имел трехчастную иерархию, которой отвечала система общественных центров. Областной, городской и районные центры связывали город в единый архитектурно-градостроительный ансамбль. Наличие общей градостроительной концепции пространственно-планировочного развития города позволило в начале 1940-х гг., в условиях форсированного строительства Безьямянки, получить композиционно осмысленное промышленно-селитебное образование.

Район имел регулярный план с кварталами прямоугольной формы, что позволило застраивать их жилыми зданиями согласно общей градостроительной концепции, независимо от ведомственной принадлежности. Жилые кварталы разных предприятий были по сути рабочими поселками, упакованными в форму кварталов, с единой транспортной, инженерной инфраструктурой и системой культурно-бытового обслуживания. Жилье представлено тремя группами зданий – индивидуальной застройкой с приусадебными участками, 2-этажными 8-, 12-, 18-квартирными зданиями и 4–5-этажными жилыми домами секционного типа по главным транспортным магистралям. Малоэтажный характер застройки, обилие скверов, парков и зеленых бульваров позволяют говорить о внешнем сходстве этого района с городом-садом послереволюционного периода.

Совмещая в себе качества города-сада и конгломерата ведомственных рабочих поселков в форме жилых кварталов, Безьямянка реализовала в своей структуре архитектурно-градостроительную модель соцгорода. В этом и заключалось основное отличие этого поселения при крупном промышленном узле, основанного на принципе ведомственно-государственного подчинения, от модели города-сада как индивидуально-кооперативного образования. Его назначение и особенности функционирования были полностью определены задачами промышленного производства. Архитектурно-планировочная структура жилого района подчинена главной идее – связи с предприятиями, которая выявлялась архитектурно-композиционными средствами – акцентированием главных магистралей и площадей повышенной застройкой, попутным размещением зданий административного и культурно-бытового обслуживания, оформлением предзаводских зон зданиями заводоуправлений.

Промышленный узел предприятий авиационной отрасли

Приближение Великой Отечественной войны изменило планы развития города. Куйбышеву отводилось важное место в обеспечении обороноспособности страны. Строительство Куйбышевского гидроузла было остановлено, а начавшееся в 1938 г. строительство Безьямянской ТЭЦ стало главным фактором формирования нового промышленного района.

Анализ ситуационной схемы в проекте Безьямянской ТЭЦ 1938 г. показал, что на начало ее проектирования планировка промрайона Безьямянка и города в целом была прорисована в красных линиях застройки жилых кварталов, с акцентированием центральных площадей общественной застройки. Планировка промышленного узла принципиально была решена, определены основные магистрали и предзаводские территории. Территория промышленного узла делилась на промышленные кварталы. Было определено место для размещения Завода тяжелых автомашин и зарезервирована территория под перспективное промышленное строительство. Именно эти резервные площадки и стали в ближайшем будущем местом дислокации эвакуированных предприятий [5].

28 августа 1940 г. было принято постановление Комитета Обороны при СНК «О строительстве заводов самолето- и моторостроения» [6]. Согласно ему в Куйбышеве в районе станции Безьямянка началось строительство трех авиазаводов. Для реализации этого проекта на базе Управления Строительства Гидроузла было организовано Управление Особого строительства НКВД СССР (Особстрой), которому предписывалось осуществить промышленное строительство авиационных заводов, а также возведение жилого поселка с транспортной, инженерной инфраструктурой и объектами социально-бытового обслуживания. Для обеспечения строительства дешевой рабочей силой был организован исправительно-трудовой лагерь Безьямянлаг.

В новом промышленном районе Куйбышева Управление особого строительства НКВД СССР за один 1941 г. построило: самолето-строительный завод № 122 (на базе эвакуированного из Москвы завода № 1 им. И.В. Сталина); самолето-строительный завод № 295 (на базе эвакуированного из Воронежа завода № 18 им. Ворошилова); моторостроительный завод № 337 (на базе эвакуированного из Москвы завода № 24 им. Фрунзе); аэродром; заводы № 454 и № 145, производящие вооружение самолетов; завод № 305, изготавливающий нормали; завод № 35, производящий пропеллерные винты; завод № 1 Оргавиапрома, выпускающий пневматическое оснащение самолетов; первую очередь Безьямянской ТЭЦ мощностью 50 тыс. кВт; механический завод по изготовлению бронекорпусов для самолетов «Ил» и бронекорпусов для танков; специальный цех Наркомата вооружения на территории паровозно-ремонт-

ного завода им. Куйбышева (КЗЗЧ). Всего введено в эксплуатацию около миллиона квадратных метров производственных и жилых площадей [7, 8].

Ведомством, определявшим развитие Безымянского промузла, был Наркомат авиационной промышленности (Н.К.А.П.). Проект планировки района был разработан в Гипроавиапроме совместно с местными архитекторами под руководством главного разработчика генплана города А.Л. Каневского, которого назначили начальником представительства Гипроавиапрома [9].

Особенности архитектурно-планировочной структуры жилого района

Широкомасштабное промышленное строительство повлекло за собой огромное по масштабам строительство жилья для рабочих и инженерно-технических рабочих, а также для эвакуированных граждан. Только за первые полгода население Куйбышева увеличилось с 390 до 529 тысяч человек. Рядом с новыми заводскими корпусами появились кварталы жилой застройки. За годы войны небольшой рабочий поселок при железнодорожной станции превратился в крупный промышленно-селитебный район города с собственной бытовой и культурной инфраструктурой.

В Кировском районе жилищное строительство велось кварталами. Застройка велась комплексно, с объектами культурно-бытового обслуживания – школами, детскими садами и яслями, столовыми, магазинами, банями и другими объектами. Жилые дома обеспечивались водопроводом, канализацией, теплофикацией и электроосвещением. Главная магистраль Кировского района – Кировское шоссе была застроена 2-этажными зданиями. 2-я Безымянская улица (проспект Победы) застраивалась 4–5-этажными жилыми домами. Общая площадь застройки в этом районе на 1947 г. составила 150 га с жилой площадью более 200 000 м² [10]. Архитектурное качество возведенных зданий было достаточно высоким. Некоторые из построенных жилых домов на Кировском шоссе получили премии на республиканских архитектурных конкурсах 1945 и 1946 гг. за высокое качество архитектурно-строительных работ.

Планировочная структура жилого района сформирована на основе прямоугольной сетки улиц, укрупненными кварталами с размерами сторон в плане 300x350 м и площадью около 10 га. Планировочный каркас образовали 2-я Безымянская улица (с 4 августа 1949 г. улица Победы) и Кировское шоссе. Улица Ново-Вокзальная должна была связать жилой район с новым железнодорожным вокзалом в районе станции Безымянка.

В 1940 г. Московским отделением сектора планировки и инженерного оборудования института «Горстройпроект» Наркомстроя СССР было выполнено два проекта – проект детальной планировки кварталов № 613, 634, 657 и проект детальной планировки кварталов № 707, 709, 710, 711 поселка строителей

Н.К.А.П. В соответствии с ними велось жилищное и культурно-бытовое строительство [3].

Кварталы № 613, 634, 657 размещаются в границах существующих улиц Победы, XXII Партсъезда, Свободы, Ново-Вокзальной и имеют размеры в плане 336x350 м (рис. 3). В продольном направлении они разделяются бульваром, а в поперечном – скверами. На пересечении бульвара и скверов запроектированы школы на 880 и 440 человек. В результате в каждом квартале образовались по четыре жилых двора с детскими садами на 150 детей, яслями на 120 детей и хозяйственными постройками внутри. Запроектирован гараж на 20 автомобилей. По периметру кварталов располагается 4-5-этажная застройка, внутри – 2-этажные здания. Со стороны улицы Победы в первых этажах жилых домов расположены объекты социально-бытового обслуживания, а также отдельно стоящий кинотеатр на 800 мест. В кварталах № 634 и 657 со стороны улицы Победы организованы зеленые курдонеры. Площадь застройки кварталов составляет 10; 11,6 и 11,8 га. Расчет жилой площади производился по двум вариантам, исходя из нормы жилой площади 9 и 6 м²/чел. Соответственно плотность заселения в среднем составляла 450 чел./га – по первому варианту и 660 – по второму.

Кварталы № 707, 709, 710, 711 по второму детальному проекту планировки располагаются на пересечении 2-й Безымянной улицы (улица Победы) и Кировского шоссе. Квартал № 710 располагается между современными улицами Победы, Воронежской и Краснодонской, а кварталы № 711, 709, 707 располагаются вдоль проспекта Кирова, между улицами Победы и Юных Пионеров (рис. 4).

В квартале № 710 со стороны улицы Победы организован зеленый курдонер с Клубом строителей. Параллельно улице Победы продольный бульвар делит квартал на две части. В результате внутри квартала организованы 5 жилых дворов. Застройка кварталов периметральная. На улице Победы выходят 4–5-этажные жилые дома. В структуре квартала размещаются школа на 880 учащихся, два детсада по 100 детей, два детсада по 120 детей, баня на 180 мест, прачечная, котельная, трансформаторная, сараи, торговые ларьки. Внутри кварталов располагаются 2-этажные жилые дома на 12 и 18 квартир, рядовые и угловые. Вся застройка запроектирована на основе типовых решений.

В кварталах № 711, 709, 707 со стороны проспекта Кирова организованы зеленые курдонеры, которые делят их на две жилые группы, в каждой находятся детские сады и ясли, хозяйственные постройки. Жилые дома – 2-этажные, запроектированы на основе рядовых, угловых и П-образных секций, имеют по 12 и 18 квартир. В квартале № 711 запроектированы поликлиника на 250 мест, столовая на 200 мест, спортплощадки. В квартале № 709 также имеется столовая на 200 мест. В кварталах запроектированы водопровод и канализация.

К 1941 г. было построено несколько десятков 2-этажных домов в районе между современными улицами Победы, Юных Пионеров, проспектом Кирова и Воронежской. Вдоль улицы Победы построено три 4-этажных дома с почтой, филиалом универмага, магазином, ателье. В 1942 г. начали работать школы № 36, 83, 84 и открыта первая типовая больница вместимостью на 100 коек, ставшая Центральной больницей Кировского района.

В планировке района выделяются две ключевые магистрали, получившие ансамблевую трактовку – улица Победы (2-я Безымянная улица) и проспект Кирова (Кировское шоссе). Кировское шоссе было сформировано 2-этажной застройкой с классическими фасадами, оно имело широкий поперечный профиль с бульварами по сторонам от проезжей части. Улица Победы, соединившая Безымянку с историческим центром, застроена 4-5-этажными капитальными домами и получила ансамблевую трактовку.

На пересечении Кировского шоссе и улицы Победы запроектирован районный центр – площадь им. Кирова с Домом культуры. Кварталы Безымянки строились быстро, важнейшими факторами были простота, экономичность и доступность материалов возведения. Широко распространены как деревянные дома – срубовые и каркасно-засыпные с оштукатуренными фасадами, так и капитальные – шлакоблочные и кирпичные. Строительство велось на основе типовых проектов.

Что касается творческих установок архитекторов рассматриваемого периода, можно привести ряд цитат, характеризующих их особенности. «Пользуясь методом социалистического реализма, архитекторы должны продолжить борьбу за подъем идейного уровня советской архитектуры, повышение архитектурного мастерства, за высокое качество строительства. Эти важнейшие задачи стоят перед всем архитектурным фронтом нашей страны, перед архитектурной общественностью нашего города» [10]. Безымянка была новым развивающимся районом – соцгородом, где эти принципы были реализованы наиболее полно. И еще: «Архитекторам города Куйбышева придется решать и основные архитектурно-композиционные задачи: выявить, детально разработать и застроить наиболее важные стержневые магистрали города, придав им особо акцентированное архитектурно-пространственное выражение. ... архитекторы должны более решительно добиваться законченных и полноценных архитектурных ансамблей и комплексной застройки основных звеньев города» [10]. В соответствии с этими основными принципами: методом социалистического реализма, комплексным подходом к строительству и ансамблевым видением были реализованы главные ансамбли Безымянки – застройка Кировского шоссе, улицы Победы, площади Кирова с Домом культуры.

На предзаводской территории завода им. Фрунзе построили Дом культуры «Мир».

Выводы. Предложенная авторами генплана 1937 г. регулярная планировка стала инструментом бесконфликтного развития нового промышленного района в условиях не полностью оформившихся градостроительных приоритетов и ведомственных интересов многочисленных промышленных предприятий. Всесоюзными проектными институтами в кооперации с местными архитекторами обеспечен высокий профессиональный уровень проектных архитектурно-градостроительных решений. Несмотря на тяжелые условия военного времени, кварталы были построены в комплексе со всеми элементами благоустройства. Строительство новых жилых кварталов велось с применением наиболее экономичных материалов. Городской район Куйбышева – Безымянка, представляет собой архитектурно-градостроительный феномен, отразивший в своей структуре противоречия и новаторские достижения советского градостроительства сталинской эпохи, и построен в соответствии с концепцией соцгорода. В его архитектурно-планировочной структуре прочтываются черты трех градостроительных концепций, отразивших сложный поиск модели социалистического города – города-сада послереволюционного времени, рабочих поселков 1920-1930-х гг. и соцгорода. Эта многослойность определена постоянно меняющимися приоритетами государственной политики страны на этапах предвоенного, военного и послевоенного строительства. К числу новаторских идей, раскрывающих содержание реализованного района Безымянка как социалистического города, следует отнести: концепцию промышленно-селитебного района с комплексом обслуживающих объектов; концепцию промышленного узла как комплекса предприятий, объединенных технологической последовательностью и конечными результатами производства; регулярную планировку, ставшую условием рационального развития района в экстремальных условиях; реализацию схемы линейного развития промышленной и селитебной зон вдоль железной дороги, обеспечившую возможность территориального роста и пешеходную доступность предприятий при отсутствии развитого общественного транспорта; иерархическую структуру поселения, позволившую четко организовать функции управления, распределения и обслуживания населения на уровне района, жилого квартала, жилого дома; внедрение идеи укрупненного жилого квартала с обслуживающими объектами; внедрение принципа сетевого культурно-бытового обслуживания рабочих; внедрение передового опыта типового проектирования жилых объектов; реализацию принципа архитектурно-градостроительного ансамбля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Меерович М.Г.* От городов-садов к соцгородам: основные архитектурно-градостроительные концепции в СССР (1917 – первая половина 1930-х гг.): дис. ... доктора архитектуры. М., 2015. 926 с.
2. *Ерофеев В.* Рабочая Безымянка // Волжская коммуна. 2011. №47. С. 9.
3. *Синельник А.К., Самогоров В.А.* Архитектура и градостроительство Самары 1920-х – начала 1940-х годов / СГАСУ. Самара, 2010. 480 с.
4. *Ефремов С.К.* Новый город Куйбышев // Волжская коммуна. 1935. 30 марта.
5. Технический архив БТЭЦ. Общая пояснительная записка // Н.К.Т.П. Главэнерго, Теплоэлектропроект, 1938. ГА РФ. Ф. р. 8418. Оп. 28. Д. 121. Л. 109.
6. Куйбышевская область в годы Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.) // Документы и материалы. Самара: Самарский дом печати, 1995. Документ № 43.
7. Куйбышев на немецких картах и аэрофоснимках [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://honzales.livejournal.com/43051.html> (дата обращения: 18.03.2018).
8. *Самогоров А.В., Самогоров В.А.* Образ города Куйбышев в проектах архитекторов второй половины 1930-х годов // Вестник Волжского регионального отделения: сб. науч. тр. Вып. 18 / отв. ред. В.Н. Бобылев. Н. Новгород: ННГАСУ, 2015. С. 83.
9. Архитектура города Куйбышева и области / под ред. Э.И. Дрейзина, И.Л. Шафрана, А.И. Матвеева, С.В. Ананченко, А.Л. Каневский, П.А. Парамонова. Куйбышев: ОГИЗ, 1947. 46 с.

Об авторе:

САМОГОРОВ Виталий Александрович

кандидат архитектуры, профессор, заведующий кафедрой архитектуры Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-91; E-mail: samogorov@mail.ru

SAMOGOROV Vitaly A.

PhD in Architecture, Professor, Head of the Architecture Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-91 E-mail: samogorov@mail.ru

Для цитирования: *Самогоров В.А.* Архитектурно-планировочное формирование индустриального района города Куйбышева – Безымянка в 1930–1950-е годы // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, №2. С. 89-94. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.15.

For citation: *Samogorov V.A.* Architectural and Planning Formation of the Industrial Area of Kuibyshev-Bezmyanka in the 1930s-1950s // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 89-94. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.15.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 72.021.2+711.585

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.16

**Н.Н. ВОЛОГДИНА
В.Н. ЯРУКОВ**

ПРИНЦИПЫ КОНТЕКСТУАЛЬНОГО ПОДХОДА И КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ИСТОРИЧЕСКИХ КВАРТАЛАХ ГОРОДА

PRINCIPLES OF THE CONTEXTUAL APPROACH AND THE CONCEPT OF RESIDENTIAL BUILDINGS DESIGNING IN THE HISTORIC QUARTERS OF THE CITY

Рассматриваются проблемы проектирования жилой застройки в исторических кварталах города. Дается суждение об истоках происхождения контекстуализма. Обращается внимание на различные позиции в создании полноценной среды, учитывающие широкий спектр вопросов ее осмысления и освоения. На основе принятой концепции контекстуального подхода формулируются принципы, продемонстрированные с помощью трехмерных моделей. В качестве территории исследования и первоочередного вмешательства выбран конкретный участок городской ткани с регулярной планировкой. Предлагаются приемы контекстуального проектирования, которые могут использоваться как инструмент в профессиональной деятельности. Акцентируется значимость и ценность подхода, возвращающего городу его историческую память.

Ключевые слова: контекст, контекстуальный подход, принципы проектирования, исторический квартал, жилая застройка, домовладение, парцелляция, концепция, модель

The problems of residential buildings designing in the historic quarters of the city are considered. A judgment is given about the origins of contextualism. Attention is drawn to various positions in creating a full-fledged environment, taking into account a wide range of issues of its comprehension and development. On the basis of the adopted concept of the contextual approach the principles demonstrated with the help of three-dimensional models are formulated. As a research area and priority intervention a specific area of urban fabric with regular planning is selected. Contextual design techniques are offered which can be used as a tool in professional activity. The importance and value of the approach returning to the city its historical memory is emphasized.

Keywords: context, contextual approach, design principles, historical quarter, residential development, home ownership, parceling, concept, model

Историческая территория с ее морфоструктурной неоднородностью, «духом места», аутентичной эстетикой, гуманностью среды признана наиболее привлекательной для жизнедеятельности человека [1, 2]. Однако искажение планировочной структуры, обветшание, износ и старение традиционной застройки, а также её намеренное уничтожение заставляют задаться вопросами – какие у города перспективы сохранения исторических объектов, адаптации новых, и как должна развиваться наука? Много проблем возникает в проектировании и строитель-

стве современного жилья с эффективным использованием ресурсов [3]. Как показывает российская действительность, архитектура последних лет часто не имеет ничего общего с конкретным местом проектирования, она индифферентна к своему окружению и, в лучшем случае, транслирует амбиции автора. Такой диссонанс проявляется из-за ряда факторов: федеральные и региональные градорегулирующие документы не учитывают структуру территории, их действия носят фрагментарный характер в отношении сохранения и реконструкции; наблюдается

неправомерная спекулятивная деятельность девелоперов, диктующих свои требования к новой застройке, ее этажности, количеству приносящей прибыли полезной площади, эстетическим качествам и стилю; горожане на этапах проектирования практически не включены в систему принятия и согласования архитектурных решений, что, в частности, способствует появлению сомнительных неоднозначных объектов [4]. Однако мы только приходим к пониманию того, что реставрация и модернизация традиционной застройки, замена утраченной в современном профессиональном исполнении без нарушения контекста будут полезны всему обществу. Жители города получают комфортное благоустроенное пространство, обеспечивающее большинство социальных потребностей, а предприниматели – среду для коммерческой деятельности и предоставления услуг в результате повышения востребованности территории. Зарубежный опыт с очевидностью показывает это. Город Саванна в США после его бережного восстановления получил статус туристической Мекки. Этому во многом способствовала жесткая система охраны традиционной застройки и культурной среды. Новая архитектура там чувствительна к историческому контексту, скромна и не довлеет своей исключительной формой, поддерживая особую атмосферу и демонстрируя преемственность [5]. Что касается нашей страны, примеры профессионального решения вопросов адаптации скорее эпизоды, чем развернутая программа. Один из удачных примеров – комплексная реконструкция 130-го квартала в Иркутске, которая вернула историческую значимость месту, ставшему особенно популярным у горожан и актуальным с точки зрения её использования [6].

Чтобы не допустить потери идентичности города на этапе массивированного «административного» давления, необходимо рассматривать территорию как специфический объект, выделяя и переосмысляя исторические предпосылки ее развития, артефакты, locus, идейные составляющие среды, а также анализировать материалы, технологии, формы, композиционные приемы – все то, что составляет его уникальность и ценность [7, 8]. Отечественная архитектурно-градостроительная наука и практика, имея огромный опыт и исследовательский материал в отношении преобразования традиционной застройки, в советское время была сосредоточена в основном на сохранении исторических памятников. Главной задачей было решение вопросов реконструкции, модернизации и реставрации старых зданий и, в меньшей степени, адаптации новой застройки к сложившейся среде [9]. Урбанизация в стране, которой нужны огромные объемы жилищного строительства, многократно усложнила условия для архитектурной интеллектуальной деятельности. В то же время западная теория и практика свидетельствовали о формировании контекстуализма – направления, отрицающего «стертый» универсальный модер-

низм в пользу традиционных приемов сохранения типологии и морфологии города, местных ремесел, технологий и материалов [10, 11]. Принимая различные формы и выражения, включая часто противоречивые концептуальные модели и предпочтения, западная версия закрепила за архитектором более свободное владение «тонкой материей». Трансферт идей контекстуализма на отечественное научное поле произошел с первыми публикациями известных критиков и теоретиков нового направления (Росси, Грасси, Аймонино, Греготти, Тафури, Сколари, Унгерс, Крие, Ботта, Роу, Коллинз, Вентури и Браун, Грэхем Шэйн, Эрскин, Кролл, Дженкс и др.) [12–14]. Контекстуализм как творческий метод и способ освоения действительности дает возможность достичь результата путем максимально полного учета факторов [15]. Фундаментальные исследования, мировой опыт проектирования за последние полвека позволяют авторам статьи выделить общие и локальные принципы контекстуального подхода. К первым относятся топографический, морфоструктурный, технологической согласованности, цветотекстурного соответствия, партисипации; ко вторым – реминисценции, историко-идентификационный. Принципы включают в себя ряд приемов:

топографические:

- **преемственность градостроительной структуры.** При внедрении новых объектов в сложившуюся ткань города учитывается историческая сеть улиц, построение кварталов и других элементов. Современные архитектурные образования, поддерживая пространственный факт прошлого, используют технологии и включают потребности настоящего.

- **Gestalt-организация.** Новый объект является только звеном специфической целостности, не сводимой к сумме частей. Формируя некую совокупность исторической застройки и современных структур, архитектором определяется отношение «фигуры и фона»;

морфоструктурные:

- **фасадное соотношение.** Фронтальные плоскости новых объектов решаются в соответствии с исторической трактовкой. Выделяются и фиксируются пропорции, размеры, метрические и ритмические зависимости, горизонтальные и вертикальные членения, расположение оконных, дверных проемов и других элементов фасада;

- **объемно-пространственная гармонизация.** Новые образования создаются на основе модульных сеток, габаритных размеров, масштабного соотношения отдельных частей и целого, формы и композиции, выявленных в исторической среде;

- **анализ фрагмента и детали в форме.** Пластические архитектурные решения исторических зданий конкретного места используются как артефакт для создания новой структуры;

- **графическое соответствие.** Включение нового объекта осуществляется на основе определения

характерной графики, контура исторического ансамбля, считываемых с уровня наблюдателя;

технологической согласованности:

- **следование строительным традициям.** Новые объекты возводятся в соответствии с методами строительства исторических зданий с применением оригинальных или аналогичных конструктивных элементов, материалов и технологий;

- **преобразование вертакулярных структур.** На основе региональных строительных особенностей разрабатывается технологическая программа, характеризующаяся актуальной целесообразностью, внедрением инноваций, в которой аллюзия становится фактом;

цвето-фактурного соответствия:

- **нюансная эквивалентность.** В решениях фасадов новых объектов применяются материалы, визуальные и эстетические свойства которых близки или полностью соответствуют контексту;

- **контрастное выделение.** Историческая среда подчеркивается контрастным решением новых объектов. Таким образом намеренно выявляется принадлежность определенной эпохе и создается гармоничное целое;

- **нейтральное соотношение.** В новых объектах используются материалы, отражающие поверхности которых не вносят новых цветовых и фактурно-текстурных изменений в рассматриваемую среду; *реминисценции:*

- **цитирование исторического стиля.** Элементы рассматриваемой традиционной застройки интерпретируются и используются как артефакт. Они служат интеллектуальной эмоциональной и визуальной ссылкой к стилю объектов прошлых эпох;

- **транспозиция структуры.** Новые объекты проектируются на основе исследования и изучения структурных стилистических особенностей исторических зданий с использованием способа перестановки, перенесения в новое качественное состояние смысловых элементов;

историко-идентификационные:

- **обращение к «genius loci».** Новые объекты проектируются с задачей узнаваемых черт исторической среды, обладающей особой идентификацией, считываемой ассоциативно по символам, знакам, семантическим конструкциям;

- **воспроизведение форм, закрепленных в коллективном бессознательном.** Новые объекты представляют собой архетип традиционной архитектуры, распознаваемый по общей массе и структуре;

- **указание на историческое событие.** Если территория является «lieu de mémoire» (фр. место памяти), новые объекты транслируют определенные образы, воспринимаемые на ментальном уровне.

Принцип партисипации основан на включении пользователей в процесс создания объекта. Это выражается во всех формах соучастия: публичных слушаниях, анкетировании, обсуждении проектных

решений и пр. В итоге получается архитектура ad hoc (от англ. для конкретного случая), учитывающая большинство характеристик среды и реальные потребности пользователей.

Выявленные приемы послужили основой для осуществления профессионального поиска градостроительных и архитектурных решений в исторической среде крупнейшего города. Структура города Самары включает в себя «следы» различных периодов: древнего, дорегулярного, уездного, губернского, советского и современного [16]. Первый и второй отражены в планировке компактного поселения-крепости, расположенного у слияния двух рек Волги и Самары. Однако сейчас практически утрачено значение места, с которого город начал свое развитие. Последующие два периода характеризуются регулярной планировкой с прямоугольными кварталами 60×120 саженей (130×260 м). Они были разделены на 24–28 дворовых мест, с размерами 5×30, 10×30, 20×30 саженей (10×64, 21,3×64, 64,43×64), являвшихся частной собственностью, обязывавшей владельца участка нести юридическую ответственность за соблюдение законов Российской Империи. Деревянная застройка в рассматриваемые периоды занимала около 80 % территории [17]. Со временем из-за большого количества пожаров были внесены изменения, ограничивающие строительство таких зданий. Архитектура города стала каменной и каменно-деревянной, однако на периферии она оставалась прежней. В период с 20-х по 90-е гг. XX в. дворовые места перестали быть частной собственностью. Это привело к тому, что градорегулирующие документы сегодня не выделяют отдельные земельные участки по границам домовладений и историческая парцелляция не является объектом охраны. В результате при проведении реконструкции в кварталах уничтожаются важнейшие структурообразующие элементы. Традиционно эволюционирующие дворовые места с лимитом территории и ограничением высот замещаются точечной многоэтажной застройкой, уничтожающей генетическое соответствие градостроительной структуры. Подобное явление проявляется в кварталах с деревянной и каменно-деревянной архитектурой на периферии исторической части города. Участков, представляющих целостные образования, там практически не осталось. Чтобы не допустить их полного исчезновения, для исследования была выбрана именно такая территория в границах улиц Ленинской, Чкалова, Буянова, Ульяновской, Ярмарочной. Она обладает большим потенциалом и резервом для строительства жилья. Улицы на данном участке не имеют интенсивного движения, доступность общественного транспорта и объектов сферы услуг соответствует нормативным требованиям, а традиционная застройка находится в ветхом и аварийном состоянии. В соответствии с генеральным планом часть красных линий перенесена вглубь кварталов, что позволяет рационально использовать

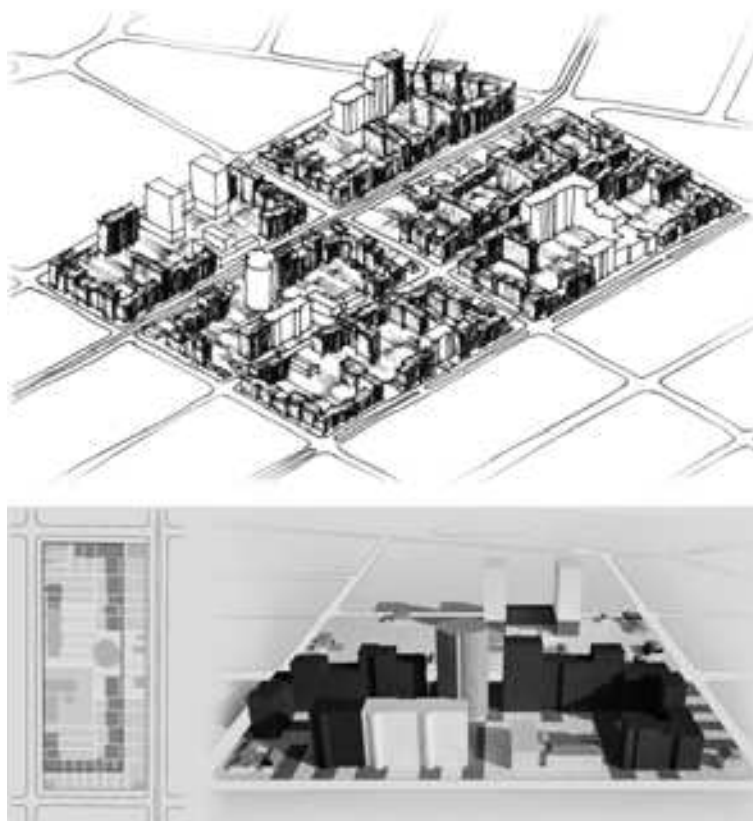


Рис. 1. Модель «Подчинение»

освободившуюся территорию. В формате магистерской диссертации для выполнения проекта застройки шести кварталов города проведен анализ объекта и на основе принятой концепции контекстуального подхода разработаны модели, адекватно отражающие суть проблемы.

Подчинение (рис. 1). Преимущество градостроительной структуры обеспечивается ассоциативным отношением к исторической парцелляции. Новые жилые дома расположены в квартале периметрально. В том месте, где проходят границы выявленных домовладений, блоки секций смещаются или в сторону улицы, или вглубь квартала. Морфология новых образований использует ступенчатый прием блокировки секций, для того чтобы визуально ограничить этажность, которая определена существующими высотными зданиями и малоэтажными историческими. Благоустройство территории подчинено структуре дворовых мест и дореволюционной застройке: утраченные дома и хозяйственные постройки выделены по контуру мощением с традиционным колоритом; участки, принадлежавшие разным владельцам, отличаются контрастным решением зеленых насаждений, малых форм, современных покрытий площадок. Предлагается сохранить памятники архитектуры, восстановить их первоначальный вид. Ветхая застройка, не соответствующая условиям современной модернизации, подлежит

сносу и замене. Новое решение красных линий дает возможность на освободившихся территориях организовать открытые парковки, спортивные и детские площадки, общественные пространства для жителей домов. В данной версии фасады и их структура антропоморфны. Атмосферу культурной среды подчеркивают морфология зданий, их пластика, решение декоративных элементов и деталей. Принятая модель демонстрирует подход к реконструкции исторических кварталов, продиктованный сложившейся в строительном бизнесе политикой, искажающей смысл и содержание профессиональной архитектурной деятельности.

Противостояние (рис. 2). Модель отражает структуру естественного развития традиционного квартала: учитывается парцелляция, укрупнение жилых домов, выраженное в увеличении объемов, высот и форм зданий. Домовладения объединяются в общие небольшие дворы с целью рационального использования участка (размещение временных автостоянок, создание необходимой разворотной площадки для пожарной техники, устройство подземных паркингов). По красной линии располагается двух- и трехэтажная застройка с общественными функциями в первых и цокольных этажах подобно традиции купеческого города. В глубине дворов находятся четырех- и пятиэтажные дома, к которым примыкают хозяйственные модули по длинным

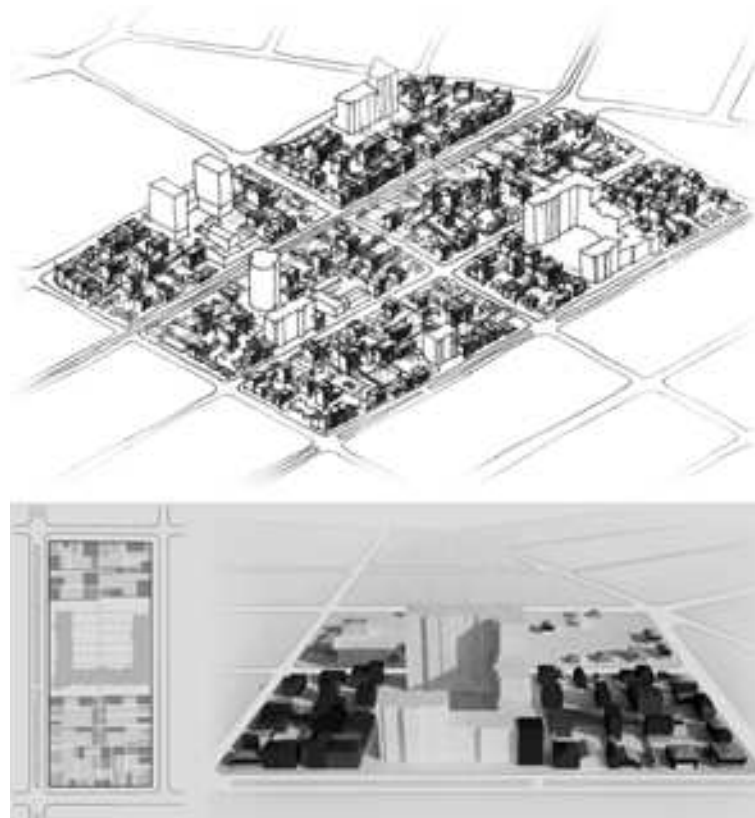


Рис. 2. Модель «Противостояние»

межам домовладений. Застройка первой линии, обращенная главными фасадами в сторону городских улиц, выполнена с использованием скатных кровель в современном исполнении, чтобы не нарушать общей перспективы и создать единый законченный гармоничный фронт. Дома в глубине кварталов имеют совмещенные эксплуатируемые кровли, используемые для нужд жителей. Территории, освободившиеся в результате изменения красных линий, увеличивают площадь дворов и символически создают альтернативу частным владениям. Многоэтажная точечная застройка воспринимается как инородный элемент с неясной историей возникновения. Жителям таких домов представлена уникальная среда обитания в небольших дворах с антропоморфными параметрами жилищ. Модель демонстрирует сопротивление натиску строительного и административного лобби, тенденций, уничтожающих квартал как исторический факт и способствующих стиранию генетической памяти города.

Компромисс (рис. 3). Для наиболее рационального использования исторических территорий и передачи градостроительной преемственности применяются две основные системы: уплотнение по периметру квартала и застройка дворовых мест протяженными секционными домами внутри. Домовладения группируются в общие участки, образуя небольшие дворы с комфортным благоустройством.

Основная идея заключалась в создании застройки из типовых модулей, представляющих собой аллюзию дореволюционных образцовых домов. Периметр квартала состоит из двух-трехэтажных блоков, внутриквартальная территория – из четырех-, пяти-, шестиэтажных. Образ участка формируется открытыми террасами, нерасчлененными поверхностями стен, детализировкой фасадов, различной конфигурацией скатных крыш. Решения новых зданий по красным линиям более сложные в пластическом отношении, чем во дворах, что соответствует традиции самарской архитектурной эклектики. Вся композиция квартала построена на использовании переменной этажности от существующих (многоэтажных зданий) до традиционной застройки. В данной версии используется золотое сечение, чем достигается сбалансированное решение: происходит диалог между старым и новым. Конфигурация красных линий помогает сформировать общественное пространство бульваров, подобно *Cardo* и *Decumanus*. Таким образом компенсируется отсутствие озеленения и мест отдыха в исторической части города. Одна из пешеходных улиц завершается вновь воссозданной Петро-Павловской площадью, при этом восстанавливается значение церкви как высотного ограничения для новых зданий. Модель показывает возможность достижения высокой плотности застройки без снижения гуманистических и эстетических качеств среды.

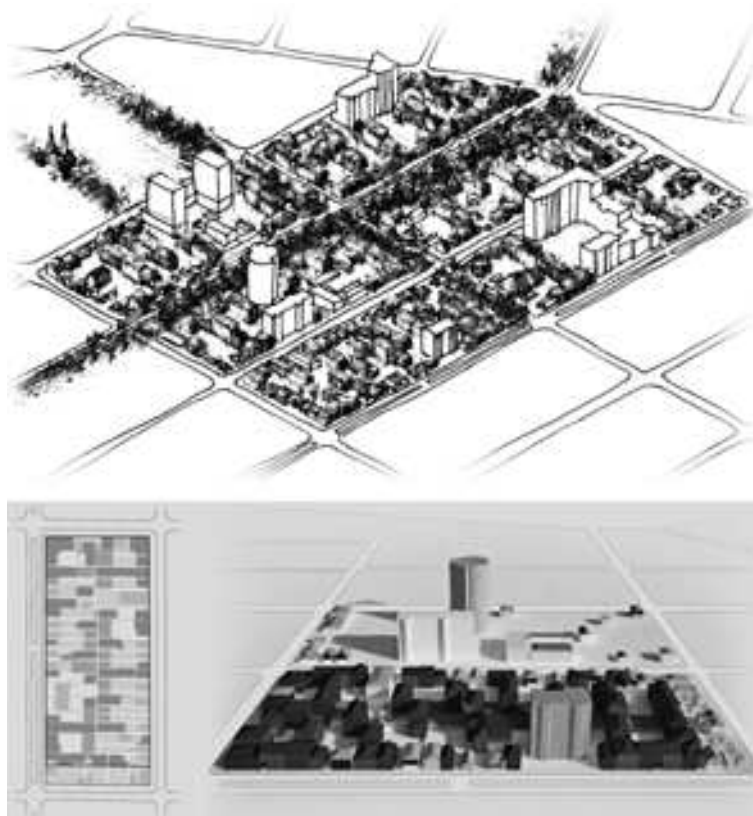


Рис. 3. Модель «Компромисс»

В результате теоретического и практического исследования, опираясь на мировой опыт контекстуального проектирования в условиях тотальной урбанизации и потери культурной самобытности, мы приходим к тому, что в любых условиях необходимо предпринимать даже небольшие попытки возвращения памяти места, поддерживая профессиональный дискурс о роли архитектора как хранителя культуры и создателя новой парадигмы.

Выводы. 1. Контекстуализм как творческий метод наиболее продуктивен с точки зрения преобразования и сохранения исторической среды и дает возможность достичь результата путем максимального учета факторов.

2. Предлагаются принципы проектирования жилой застройки в исторической среде: топографический, морфоструктурный, технологической согласованности, цвето-фактурного соответствия, партисипации, реминисценции, историко-идентификационный.

3. Выявлены приемы проектирования в исторической среде: *топографические* (преемственность градостроительной структуры, gestalt-организация), *морфоструктурные* (фасадное соотношение, объемно-пространственная гармонизация, анализ фрагмента и детали в форме, графическое соответствие), *технологической согласованности* (следование строительным традициям, преобразование вернакулярных струк-

тур), *цвето-фактурного соответствия* (нюансная эквивалентность, контрастное выделение, нейтральное соотношение), *реминисценции* (цитирование исторического стиля, транспозиция структуры), *историко-идентификационные* (обращение к «genius loci», воспроизведение форм, закрепленных в коллективном бессознательном, указание на историческое событие).

4. Концепция контекстуального подхода и принципы проектирования жилой застройки в исторических кварталах города отражены в моделях: «Подчинение», «Противостояние», «Компромисс». Они показывают возможные решения в ситуации давления тенденций, уничтожающих квартал как исторический факт и способствующих стиранию генетической памяти путем внедрения многоэтажной точечной застройки.

5. Приемы контекстуального проектирования могут использоваться как инструмент при разработке проекта застройки кварталов в исторической части города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ученые впервые доказали, что архитектура и природа действительно влияют на наше настроение [Электронный ресурс] // Электронный журнал Strelka magazine / Strelka.com [Сайт]. URL: <http://strelka.com/ru/magazine/2017/11/08/place> (дата обращения: 01.02.2018).

2. Филлин В.А. «Видеоэкология» – наука о красоте и визуальной среде [Электронный ресурс] // Videoeology.com [Сайт]. URL: <http://www.videoeology.com/book1.html> (дата обращения: 01.02.2018).
3. Развенчание мифов: точечная застройка [Электронный ресурс] // Электронный журнал Strelka magazine / Strelka.com [Сайт]. URL: http://strelka.com/ru/magazine/2017/07/12/infill-development?utm_source=vk.com&utm_medium=strelka_magazine_social&utm_campaign=tochechnaya-zastroyka-v-rossii---eto-kogda&utm_content=9234928 (дата обращения: 01.02.2018).
4. Самогоров В.А., Рыбачева О.С. Новое строительство в условиях исторически сложившейся застройки Самары с учетом границ дворовладений // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. №3. С. 70–72. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.03.16.
5. Как сохраняют архитектурное наследие в США [Электронный ресурс] // Электронный журнал Strelka magazine // Strelka [Сайт]. URL: <http://strelka.com/ru/magazine/2016/05/06/projective-preservation-a-manifesto-for-savannah> (дата обращения: 01.02.2018).
6. Меерович М.Г. Комплексная регенерация квартала средней исторической застройки в Иркутске // Журнал АCADEMIA. Архитектура и строительство / ИНИТУ. Иркутск, 2016. С. 72–77.
7. Росси А. Архитектура города / пер. Анастасии Голубцовой. М.: STRELKA PRESS, 2015. 16 с.
8. Аракелян Р.Г. Выявление требований к гуманной жилой среде // Архитектура и современные информационные технологии (АМИТ) [Электронный ресурс] Электронный журнал 2011. С. 5. URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2011/2kvart11/arakelyan/abstract.php>.
9. Вологодина Н.Н. Реконструкция исторически сложившихся территорий центра крупнейшего города / СГАСУ. Самара. 2012. 50 с.
10. Дженкс Ч. Язык архитектуры постмодернизма / пер. с англ. д. арх. А. В. Рябушина, М. В. Уваровой. М.: Стройиздат, 1985. 102 с.
11. Вологодина Н.Н. Феномен универсализации и тенденции развития региональных школ // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы региональной 59-й научно-технической конференции (апрель 2002 г.) / под ред. Н.Г. Чумаченко / СамГАСА. Самара, 2002. С. 980.
12. Quaderni del Dipartimento di Progettazione dell'Architettura del Politecnico di Milano Politecnico per Milano. CittaStudiEdizioni.1995. Volume I. 195 с.
13. QAestratti 13e 16 Quaderni del Dipartimento di Progettazione dell'Architettura del Politecnico di Milano. CittaStudiEdizioni.1995. Volume II. 207 с.
14. Вологодина Н. Н. Неорационализм Альдо Росси – «...между описью и памятью // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн. СГАСУ. Самара, 2016. С. 217–219.
15. Заварихин С.П. Контекстуализм как понятие и категория архитектуроведения // Вестник гражданских инженеров / СПбГАСУ. 2012. №1. С. 20.
16. Синельник А. К. История градостроительства и заселения Самарского края. Самара: Агни, 2003. 100 с.
17. Самогоров В.А., Рыбачева О.С. Реконструкция исторической части Самары с учетом сложившихся границ участков землепользования (дворовых пространств) // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2013. №31 (50). С. 300.

Об авторах:

ВОЛОГДИНА Наталия Николаевна

доцент кафедры архитектуры
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846) 339-14-91
E-mail: vologdinanatalya@yandex.ru

ЯРУКОВ Виктор Николаевич

магистрант 2-го года обучения кафедры архитектуры
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара,
ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: ViktorYarukov@yandex.ru

VOLOGDINA Natalya N.

Associate Professor of the Architecture Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846) 339-14-91
E-mail: vologdinanatalya@yandex.ru

YARUKOV Viktor N.

Master's Degree Student of the Architecture Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: ViktorYarukov@yandex.ru

Для цитирования: Вологодина Н.Н., Яруков В.Н. Принципы контекстуального подхода и концепция проектирования жилой застройки в исторических кварталах города // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 95-101. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.16.

For citation: Vologdina N.N., Yarukov V.N. Principles of the Contextual Approach and the Concept of Residential Buildings Designing in the Historic Quarters of the City // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 95-101. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.16.

Е.М. ГЕНЕРАЛОВА

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ В РОССИИ МАССОВОГО ЖИЛЬЯ СЕКЦИОННОГО ТИПА

HISTORY OF DEVELOPMENT OF SECTIONAL TYPE MASS HOUSING IN RUSSIA

Рассматривается история типологического развития жилых домов секционного типа, как наиболее сложного, постоянно развивающегося жилья на территории России. Особое внимание уделено поискам экономичных секционных домов с небольшими по площади квартирами для дальнейшего массового строительства и проведенным экспериментальным проектным разработкам для посемейного заселения и их внедрения в опытно-показательном и экспериментальном строительстве 9-го и 12-го микрорайонов Москвы. Раскрывается система поэтапного развития массового жилья на территории России до 1990-х гг. и в последующие периоды. Предлагается выделить шесть основных этапов развития массового жилья с определением для каждого этапа характерных особенностей. Эйфория строительства жилых квартир и домов, которая наблюдалась в 90-х гг. прошла, и в настоящее время формируется седьмой этап в развитии жилых зданий, но этот этап требует своего решения и осмысления.

Ключевые слова: типология массового жилья, государственное жилье, жилье дома секционного типа

Развитие массового жилищного строительства, отвечающего на современные вызовы общества, остаётся для России актуальной задачей [1–6]. В этой связи чрезвычайно важным является изучение истории формирования в нашей стране сектора государственного жилья и становления индустриальных методов возведения жилой застройки секционного типа. Всесторонний анализ опыта и извлечение уроков является обязательным условием для качественного прорыва на современном этапе реализации жилищной реформы и в обозримой перспективе [7].

Секционный жилой дом в России первоначально появился как городской тип дома с дорожными комфортабельными квартирами. Так, в XIX в. это были в основном доходные дома средней этажности. В 1930-х гг. XX в. строительство секционных жилых домов стало разворачиваться на свободных от застройки городских территориях, в рабочих поселках. Жилые здания становятся градообразующими элементами кварталов и жилых районов. И в 1940-е гг. широкое развитие получило типовое малоэтажное строительство домов в два–три этажа. Города стали территориально «расползаться», и вскоре такой тип застройки для крупных городов был признан нецелесообразным.

The history of typological development of apartment houses of sectional type is considered as the most complex, constantly developing housing on the territory of Russia. Particular attention is paid to the search for economical sectional houses with small apartments for further mass construction and experimental design work for the settlement and their introduction in the pilot demonstration and experimental construction of the 9th and 12th microdistricts of Moscow. The system of stage-by-stage development of mass housing in the territory of Russia is disclosed until the 1990s. and in subsequent periods. It is proposed to single out six main stages in the development of mass housing with the definition of characteristic features for each stage. The euphoria of the construction of residential apartments and houses which was observed in the 90's. has passed and at the present time the seventh stage in the development of residential buildings is being formed but this stage requires its solution and comprehension.

Keywords: typology of mass housing, state housing, sectional apartment houses

Было принято решение о начале строительства наиболее удобных для того времени многоквартирных жилых домов в 4–5 этажей.

В 20–30-е гг. XX столетия проводились исследования по поиску, разработке и строительству экономичных жилых домов, в результате которых были определены состав комнат в квартирах, их площади, наличие инженерного оборудования. Наблюдалось явное стремление идти на уменьшение размеров площадей комнат и в целом квартир. Так, двухкомнатная квартира для семьи рабочего (арх. Н.А. Ладовский, 1925 г.) с общей площадью 28 м² состояла: из двух жилых комнат (одна менее 8 м² – непроходная, вторая, чуть менее 10 м², проходная), передней – 2 м², кухни – около 4 м² и туалета.

Разработка экономической планировки квартир с малой жилой площадью определила и соответствующие планировочные решения, состав и номенклатуру помещений, взаиморасположение в структуре квартиры, а также их параметры. В конце 1930-х гг. в Академии архитектуры СССР была проведена работа по экспериментальному проектированию новых квартир с малой жилой площадью. Ряд планировочных приёмов, которые ранее применялись

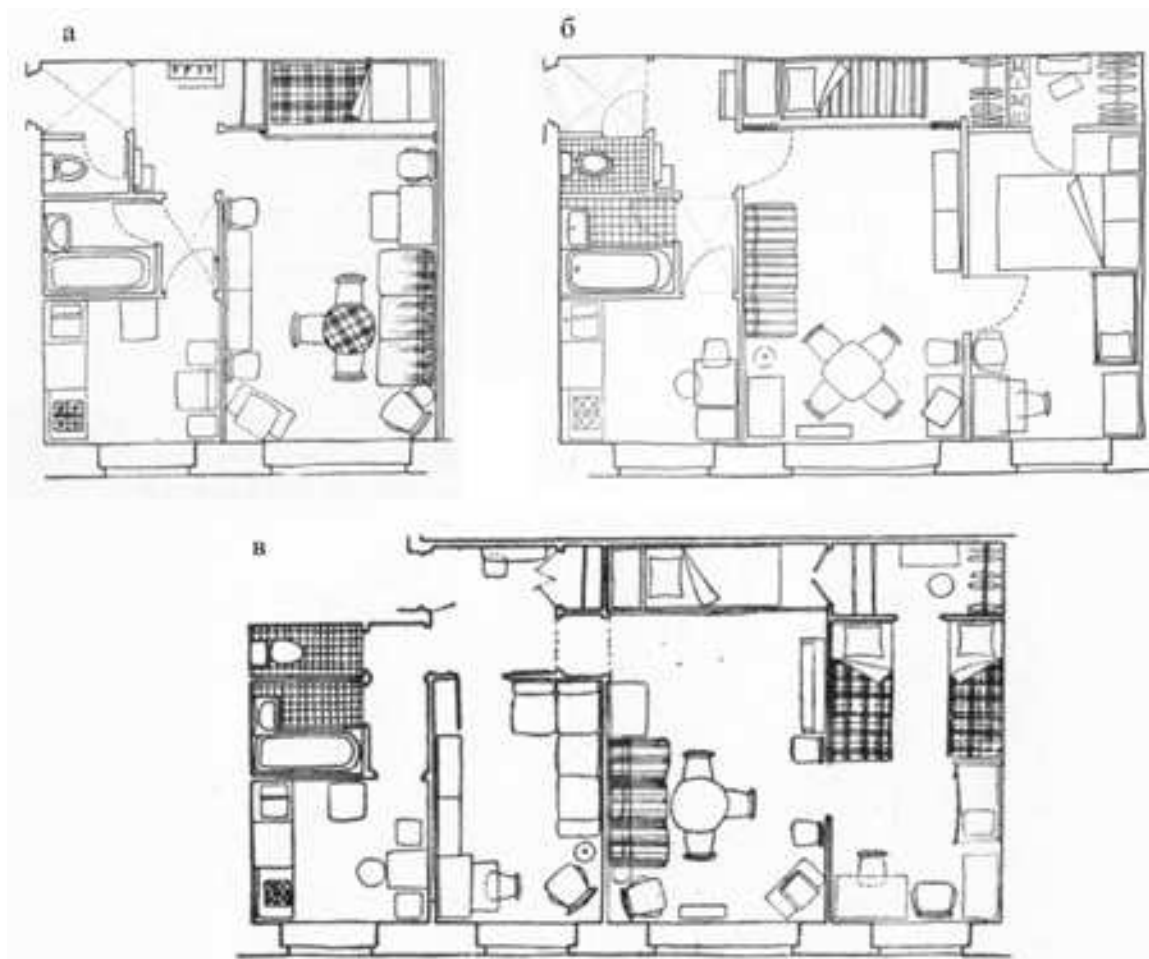


Рис. 1. Примерное размещение мебели в квартире [10]:
а – однокомнатной; б – двухкомнатной; в – трехкомнатной

в проектно-строительной практике, получили своё развитие.

Появились квартиры с кухней-нишей, кухни, освещаемые вторым светом либо без естественного освещения, совмещенные санузлы, кухни с входом из общей жилой комнаты, *альковы* для организации спального места, зона для приёма пищи в общей комнате и др. Планировочная и функциональная организация квартиры решалась с учётом половозрастной структуры, количественного состава семьи. Была сделана попытка не применять распространённое понятие – *комнатность*, а использовать термин: *квартира на два, три, четыре, пять спальных мест*.

На 1930-е гг. приходится начало строительства по типовым проектам, но массовый характер внедрения такого типа жилья приобрело лишь после 1954 г. В Москве 7 декабря 1954 года прошло «Всесоюзное совещание строителей, архитекторов и работников промышленности строительных материалов, строительного и дорожного машиностроения, проектных и научно-исследовательских организаций», на котором с докладом выступил Н.С. Хрущев [8]. Вскоре

вышло Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 4 ноября 1955 г. № 1871 «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» [9]. Это определило развитие всей проектной и строительной политики, в том числе архитектуры жилья на многие десятилетия.

В начале 1956 г. по поручению правительства под руководством Госстроя СССР, Союза архитекторов СССР среди проектных организаций и архитекторов был проведен конкурс на разработку секционных типов домов с поиском новых типов квартир для *посемейного заселения*. Для апробации результатов конкурса в Москве, в Новых Черемушках, в 9-м и 12-м кварталах было впервые осуществлено опытно-показательное строительство секционных жилых домов и зданий культурно-бытового назначения. Существовало определенное различие 9-го *экспериментального квартала* и 12-го *опытно-показательного квартала*.

Экспериментальный 9-й квартал, расположенный между улицами Шверника, Гримау, Дмитрия Ульянова и проспектом Шестидесятилетия Октября, был застроен шестнадцатью жилыми домами

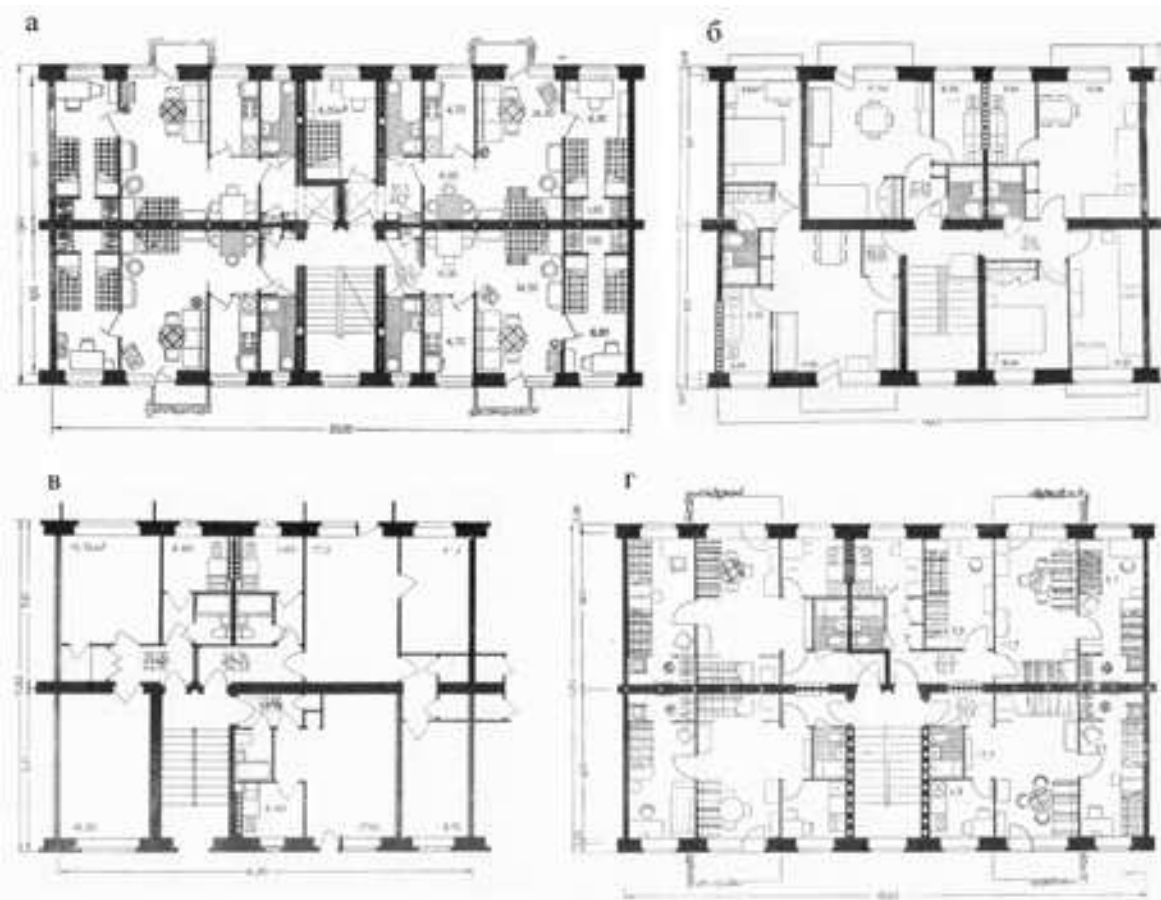


Рис. 1. 9-й квартал [10]: а – секция дома № 2; б – секция дома № 4; в – секция дома № 7; г – секция дома № 11

секционного типа, имеющими различную по своей структуре планировку секций и квартиры [10, 11]. Из них 13 четырехэтажных, в каждом из которых была предусмотрена своя не повторяющаяся планировка квартир, и три односекционных восьмиэтажных жилых дома, которые были построены по одному проекту. Впервые в структуру квартала были включены: бакалейно-гастрономический магазин, магазин – рыба, мясо, овощи, магазин кулинарных изделий, универмаг, столовая на 170 посадочных мест и закусочная на 80 посадочных мест. Кроме этого, школа на 880 учащихся, детские ясли на 100 мест и детский сад вместимостью 125 мест, кинотеатр на 875 зрителей, автоматическая телефонная станция (АТС) на 10 тысяч номеров и административный блок.

Основные различия в планировочном решении квартир заключались в расположении в структуре квартиры и в компоновке санитарного и кухонного узлов. Они могли размещаться в зоне входа, в средней зоне, а также в глубине квартиры. В ряде планировок можно видеть смежное размещение кухни и ванной, а в других – раздельное. Некоторые квартиры имели ваннные комнаты с естественным освещением, а в других – рабочая кухня соединялась с общей комнатой окном для подачи пищи и пр. Жи-

лые дома имели одно-, двух- и трехкомнатные квартиры (рис. 1).

Можно смело утверждать, что это был один из первых жилых микрорайонов конца 1950-х гг. Ознакомление с построенными квартирами специалистов, простых граждан дало возможность проанализировать и отметить наиболее комфортабельные решения квартир – это секции 2-го, 4-го, 7-го и 11-го домов (рис. 2). Преимущество было отдано тем квартирам, в которых проход на кухню был организован через шлюз, открытый в жилую общую комнату. Кроме этого, при комплектовании инженерным оборудованием санузлов были применены новые типы ванн, душевые поддоны, что сделало возможным уменьшить вспомогательные площади квартир и, соответственно, их стоимость.

Строительство 9-го квартала было осуществлено за невероятно короткие сроки – 22 месяца. Он состоял из прямоугольных в плане жилых домов с балконами, с хорошо решенными пешеходными дорожками и детскими площадками для игр, бассейном и озеленением. Этот опыт показал достаточно широкие возможности для создания уютной и интересной для того времени жилой городской среды. Принятые вскоре для массового строительства ти-

повые проекты жилых домов, как для Москвы, так и для других городов страны, к сожалению, не имели такого широкого планировочного, типологического разнообразия квартир.

Двенадцатый опытно-показательный квартал (ул. Шверника – ул. Гримау – ул. Винокурова) был застроен шестнадцатью одинаковыми по планировке крупноблочными жилыми домами секционного типа серии П-05. Конструктивное решение было принято двухпролетное с опиранием перекрытий на две наружные и одну внутреннюю стены. Все дома трехсекционные, 60-квартирные. В этих типах домов были применены унифицированные широтной ориентации четырех-квартирные рядовые и торцевые секции с набором квартир 2-2-3-3. Общая площадь двухкомнатных квартир составляла 53-54 м² при жилой площади, равной 33-34 м², а площадь кухонь – 8-9 м². В трехкомнатных квартирах общая площадь составляла 77-78 м², жилая площадь – 52-53 м² и площадь кухонь – 8-10 м².

Главную задачу проектировщики, во главе которых стоял руководитель мастерской Специального архитектурно-конструкторского бюро Н.А. Остерман и его сотрудники С.В. Лященко и Г.П. Павлов, видели в решении путём опытной проверки многих проблем, возникающих при массовом жилищном строительстве. В первую очередь необходимо было убедиться в правильности выбора градостроительных принципов планировки, предусматривающих объединение в одном большом квартале жилья, школ, детских садов, яслей, магазинов, предприятий обслуживания, кинотеатров.

Начиная с середины 1950-х гг. главными целями в проектировании и строительстве жилья становятся быстрота, массовость, дешевизна квадратных метров, индустриальность. Здания должны были быстро собираться на месте строительства из деталей, изготовленных в заводских условиях. Эти цели видоизменили представления об архитектуре жилых зданий. Ушли на второй план поиск художественного образа, эстетика, элементы декора, во главу угла ставилась технология изготовления элементов здания, быстрота возведения и экономичность.

Именно в эти годы закладывались основные подходы к решению массового малометражного экономичного жилья, результатом которых явились сотни безликих жилых кварталов, похожих один на другой, лишённых какой-либо индивидуальности и архитектурной выразительности. Разрабатываются новые нормативы на жильё, вводятся минимально допустимые размеры жилых комнат, кухонь, совмещённых санузлов. Всё это позволило унифицировать и удешевить строительство.

С 1 января 1955 г. Госстроем СССР были введены строительные нормы и правила (СНиП), утвержденные для обязательного применения всеми министерствами, ведомствами и Советами Министров союзных республик. СНиПы стали основными рабо-

чими документами для проектировщиков и строителей. В 1962 г. по решению Правительства СНиПы были пересмотрены и выпущены в новой редакции. Они распространялись на все виды строительства. В последующем СНиПы неоднократно перерабатывались, изменялись, дополнялись, а в настоящее время действуют новые нормативные документы – своды правил (СП).

Начиная с середины 1950-х гг. ведутся активные теоретические исследования в области типового проектирования, среди которых главенствующее место занимает поиск методик по разработке серий типовых проектов массового жилья. Вопросы строительства жилья затрагивают целый ряд проблем в области строительной техники, разработке несущих и ограждающих конструкций, унификации объёмно-планировочных параметров зданий, создания нормативно-технической документации как по проектированию, так и по методам строительства, автоматизации строительных процессов, совершенствованию работ по сборному железобетону, крупнопанельных конструкций, инженерному оборудованию и т. д. Если верить официальной статистике, программа жилищного строительства, принятая в 1950-е гг., была успешно воплощена в жизнь.

Новым этапом в развитии жилища стали 60-80-е гг. В этот период велись работы по взаимоувязке типов семей с типами квартир. Мы видим предложения по номенклатуре квартир как на тот период, так и на отдалённую перспективу. Но в целом в типовом проектировании и строительстве в этот период наблюдается ограниченное количество типов домов и квартир с небольшой вариантно-стью по жилой площади и инженерному оборудованию. По-прежнему виден отказ от перспективного монолитного домостроения и увлечение сборным, панельным строительством.

В результате появляются различные серии жилых домов, которые активно внедряются как в Российской Федерации, так и на территориях союзных республик. В это время используется принцип серийного проектирования, что привело к созданию комплексных серий. Так, в 1960–1980-е гг. для крупных городов применялись серии 1–439, 1–447, 1–464 и их различные модификации 1–439А-5 (7, 12, 37, 38, 40, 41, 42, 44), 1–447с-4/5 (5/60, 12А, 12/61, 17, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 46, 47), 1–464А-1к (2, 2к, 3, 14, 16, 30, 54) и др.

Несмотря на огромное, на первый взгляд, разнообразие серий к основным недостаткам таких типов жилых домов следует отнести их однообразие объёмно-планировочных решений, а также отсутствие современного инженерного оборудования в структуре квартир, жилых домов и придомовых территорий. Эти здания характеризуются типовым набором 1-, 2-, 3-, 4-комнатных квартир. В зависимости от серии можно отметить некоторые различия в планировке квартир, но они настолько незначитель-

ны, что в целом не меняют их функциональную и планировочную структуру.

В конце 70-х гг. поэтапно внедряются новые нормативные показатели, продолжают проводиться социологические исследования. Наблюдается незначительное увеличение общей площади квартир. В планировках происходит отказ от проходных комнат, санузлы проектируются раздельными, они перемещаются к спальным зонам, увеличивается площадь кухонь, которая колеблется от 7,5 до 12 м². Лишь в некоторых однокомнатных квартирах встречаются совмещенные санузлы. Несущественно увеличиваются прихожие и санузлы, появляются кладовые, помимо традиционных консольных балконов активно внедряются лоджии. Эти здания можно классифицировать как переходные от пятиэтажек 1960-х гг. к жилым домам 1970-1980-х гг.

В период 1980-1990-х гг. появляются квартиры с так называемой «улучшенной планировкой», делаются робкие попытки поднять *вопрос качества жилой среды*. Но по-прежнему основным критерием, характеризующим качество жилья, оставалось увеличение площади квартир без кардинального пересмотра её функционально-планировочной структуры, без изменений структуры дома. В этот же период появляются новые типовые серии жилых домов, это панельные дома 90 серии и кирпичные – 85 серии. Анализ планировок позволяет сделать вывод, что жилая площадь практически не меняется, функционально-планировочная структура остаётся прежней, происходит лишь небольшой рост общей площади 1-, 2-, 3- и 4- комнатных квартир.

Можно проследить тенденцию в подходе к планировке жилых домов и квартир, которая заключается в том, что на протяжении десятилетий повышение комфорта проживания связывалось с чисто механическим, постепенным увеличением площади отдельных помещений, без коренного пересмотра функциональной и объёмно-планировочной структуры как на уровне квартир, так и на уровне жилого дома и жилой группы. В итоге складывалась однообразная картина, которая оказывала определенное влияние на образ жизни семьи, внутрисемейные отношения и пр.

Следует отметить, что переход на индустриальные методы строительства в 1950–1960-х гг. осуществлялся не только в СССР, он был характерен для всех стран Европы. Это было связано с восстановлением городов, разрушенных войной, и решением жилищной проблемы. Крупнопанельное домостроение было единственным выходом, позволявшим за короткий период времени обеспечить людей жильём. Но в Советском Союзе родившееся при поддержке Н.С. Хрущёва крупнопанельное домостроение приобрело невероятный размах. Работа архитектора осуществлялась в жесточайших рамках строительно-технологического процесса, который диктовался строительным комплексом, себестоимостью

квадратного метра жилой площади, наличием номенклатуры типовых изделий.

В отличие от Советского Союза в Западной Европе после 1960-х гг. произошли достаточно серьёзные перемены в отношении к панельному строительству. Наблюдалось постепенное сокращение сборного крупнопанельного домостроения и переход к монолитному, каркасному строительству, которое позволяло создавать иные планировочные решения квартир, жилых домов, обеспечивало свободу выбора для архитектора.

Выводы. В практике проектирования и строительства малоэтажных, стандартных квартир с 1930-х гг. и до конца 1990-х гг. можно выделить шесть периодов развития жилища.

Первый период до 1950-х гг. можно назвать переходным, для него характерно покомнатное заселение семей, в так называемые коммунальные квартиры. Такой характер заселения объяснялся медленными темпами возведения жилья, особенно в послевоенное время. Наблюдалось строительство зданий с богатым, порой даже помпезным фасадным декором, с просторными квартирами, большими кухнями, раздельными санузлами. При этом огромное число семей только мечтало о переселении из бараков в благоустроенные помещения. Более того, планировочная структура квартир позволяла заселять семьи *покомнатно*, так как жилые помещения проектировались, как правило, не проходными.

Второй период, который длился с середины 1950-х гг. до 1960 г., характерен коренным поворотом в направлении жилищного строительства. Проектировщики пользуются при проектировании СНиП II-V.10 «Жилые здания». Происходит переход к строительству жилых домов нового типа, с минимальной стоимостью квартир, имеющих небольшую площадь. Квартиры предусматриваются для *посемейного* заселения, их планировочная структура такова, что невозможно заселять семьи *покомнатно*.

Третий период продлился до середины 1970-х гг. Происходит незначительное увеличение площадей жилых помещений, в некоторых типах квартир исключаются проходные комнаты, появляются раздельные санузлы в двух- и, как правило, в трехкомнатных квартирах. Вступает в действие СНиП II-Л.1-62 «Жилые здания. Нормы проектирования».

Четвертый период продолжался с середины 1970-х гг. до 1980 г. Появляется новая редакция СНиП «Жилые здания». В соответствии с требованиями строительных норм происходит увеличение числа квартир по типам А и Б. Увеличиваются площади как жилых (общая комната до 16-18 м², спальня до 10-12 м²), так и вспомогательных помещений квартиры (для кухни определен нижний предел 7 м², увеличено помещение ванной комнаты, летних помещений).

Пятый период, наступивший после 1980 г., характеризуется постепенным улучшением плани-

ровки квартир за счёт незначительного увеличения их площади, полный отказ от проходных комнат. Утверждается СНиП 2.08.01-85 «Жилые здания», а затем под таким же названием «Жилые здания» СНиП 2.08.01-89*. По-прежнему, особенно в начале периода, активно ведется строительство панельных зданий. Сборные «карточные домики» увеличивались лишь по этажности (12, 14 и более этажей) и не изменялись по своей объёмно-планировочной структуре. Планировки квартир незначительно, но становятся лучше за счёт небольшого увеличения их площади, отсутствия проходных комнат, активного применения летних помещений. Архитектура зданий остается прежней даже с появлением новых типовых серий жилых домов. Этот период продлился приблизительно до 1991 г.

Начиная с 1992 г. наступил *шестой период*. Активно начинают строиться дома по индивидуальным проектам, в их архитектуре можно увидеть детали на фасадах, которые долгое время архитекторы не могли вносить в свои проекты. Наблюдается уменьшение объёмов панельного домостроения и переход на кирпич, постепенно идёт внедрение монолитного домостроения. Но вместе с тем появляется однообразие в планировке квартир. По сути их планировочная структура остается всё та же, что и в предыдущие периоды, наблюдается лишь существенный рост площади квартир.

Постепенно мы вошли в *седьмой этап*, он характерен тем, что идёт активная замена СНиПов, касающихся проектирования и строительства жилья на «Своды правил» (СП). Наблюдается расслоение жилых квартир, домов на ряд категорий по комфортности, удобству: эконом-класс (стандартное жилье), бизнес-класс, элит-класс. Все это требует тщательного изучения и осмысления, чтобы избежать ошибок, характерных для предыдущих этапов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Генералов В.П., Генералова Е.М. Выявление отличительных особенностей понятий «комфорт проживания» и «комфортная жилая среда» // Градостроительство и архитектура. 2016. № 2(23). С.85–90. DOI:10.17673/Vestnik.2016.02.16.

2. Кияненко К.В. Трансформация лексикона российских жилищных программ // Жилищное строительство. 2008. №4. С.14–15.

3. Генералова Е.М., Генералов В.П. К вопросу о перспективах развития доступного жилья экономического класса в России // Архитектура и строительство России. 2016. № 1–2 С.24–31.

4. Генералова Е.М., Котельникова О.С. Зарубежный опыт реализации программ развития государственного жилья // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сборник статей [Электронный ресурс] / АСИ СамГТУ. Самара, 2017. С. 37–41.

5. Жданова И.В. К вопросу о потребительских свойствах жилой ячейки // Градостроительство и архитектура. 2011. № 4. С. 6–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.04.1.

6. Генералов В.П., Петрова Е.А., Чернышева И.В. Мини-жилье, как типологический элемент жилой ячейки // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сборник статей [Электронный ресурс] / СГАСУ. Самара, 2016. С. 74–79.

7. Жилая ячейка в будущем / Б.Р. Рубаненко, К.К. Карташова, Д.Г. Тонский и др.; науч. ред. Б.Р. Рубаненко, К.К. Карташова. М.: Стройиздат, 1982. 198 с.

8. Всесоюзное совещание строителей, архитекторов и работников промышленности строительных материалов, строительного и дорожного машиностроения, проектных и научно-исследовательских организаций: 30 ноября - 7 декабря 1954 г. Сокращенный стенографический отчет. М., 1955. 394 с.

9. Постановление Центрального Комитета КПСС и Совета министров СССР от 4 ноября 1955 года № 1871 «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве». URL: <http://www.sovarch.ru/postanovlenie55/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 29.03. 2018).

10. 9-й квартал. Опыт-показательное строительство жилого квартала в Москве (район Новые Черемушки) / под общ. ред. Б.Р. Рубаненко. М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959. 288 с.

11. Костанди М.К. Новые типы квартир для массового жилищного строительства. М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959. 107 с.

Об авторе:

ГЕНЕРАЛОВА Елена Михайловна

кандидат архитектуры, профессор кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194 E-mail: generalova-a@yandex.ru

GENERALOVA Elena M.

PhD in Architecture, Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: generalova-a@yandex.ru

Для цитирования: Генералова Е.М. История развития в России массового жилья секционного типа // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 102-107. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.17.

For citation: Generalova E.M. History of Development of Sectional Type Mass Housing in Russia // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 102-107. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.17.

Д.И. ИВАНОВА
Д.В. ЛИТВИНОВ

ФЕНОМЕН АР-НУВО: К ТИПОЛОГИИ ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АРХИТЕКТУРЕ САМАРСКОГО МОДЕРНА

THE PHENOMENON OF ART NOUVEAU: TOWARDS A TYPOLOGY OF DECORATIVE ELEMENTS IN THE ARCHITECTURE OF SAMARA MODERN

Рассматривается модерн как феномен мировой культуры на рубеже XIX–XX вв., его особенности в архитектуре европейских стран, в России и, в частности, в Самаре. Подробно освещены этапы развития самарского модерна и его композиционно-декоративные и цветовые особенности. Проанализирована существующая семантическая типология декоративных элементов стиля модерн. Особое внимание уделено композиционным аспектам формообразования декоративных элементов модерна с выявлением простейших геометрических форм. Выявлены основные колористические принципы и цветовые сочетания архитектуры модерна, на основании которых предложены конкретные рекомендации по расколорровке одного из самарских особняков в стиле неоренессанс.

Ключевые слова: модерн, формообразование, типология, цветовая гамма, реставрация, декоративное убранство, облицовка, окраска, живопись на фасадах, интерьер, лепной декор

Модерн – один из ярчайших и выдающихся стилей, просуществовавший на рубеже XIX–XX вв. немногим более 15 лет, но оставивший неповторимый след в архитектуре и многих других областях искусства – живописи, монументальном искусстве, литературе, сценографии, книжной графике, дизайне одежды и посуды, ювелирных украшениях [1]. На становление модерна как стиля повлияли наука, философия, достижения промышленности. Однако в архитектуру этот стиль пришел позже всех. Наиболее полно в архитектуре модерн раскрылся в Европе. В каждой европейской стране модерн находит абсолютно уникальное, неповторимое отражение, хотя мастера и вдохновлялись работами своих коллег. Но, поскольку каждый архитектор привносил в свои произведения собственный почерк, архитектура модерна в европейских странах имела самобытный характер. Например, в итальянском модерне присутствовало изобилие всевозможных деталей и орнаментов, а архитектура немецкого модерна более тяготела к простоте и лаконичности. Бельгийский модерн изобилует изогнутыми согласованными линиями, подчинявшими себе все элементы интерьерных деталей, вплоть до дверных ручек. В Австрии преобладают s-образные линии по прототипу

Modernism is considered as a phenomenon of world culture at the turn of the XIX–XX centuries, its features in the architecture of European countries, in Russia and, in particular, in Samara. The stages of development of the Samara Art Nouveau and its composition-decorative and color features are highlighted in detail. The existing semantic typology of decorative elements of modern style is analyzed. Particular attention is paid to the compositional aspects of the shaping of decorative elements of modernism with the identification of the simplest geometric forms. The main color principles and color combinations of the Art Nouveau architecture are revealed, on the basis of which specific recommendations on the splitting of one of the Samara mansions in the Neo-Renaissance style are offered.

Keywords: modernism, form-building, typology, color scale, restoration, decorative decoration, facing, painting, painting on facades, interior, stucco decoration

«удара бича», здесь получил развитие свой уникальный, региональный вариант модерна под влияние Востока и английского искусства. Английские архитекторы разработали новые декоративные формы модерна, более сдержанные, в отличие от общеевропейских, что получило признание в континентальной Европе. Модерн Германии отличает тяжеловесность, некая суровость, практически отсутствие декоративных элементов. В модерне Испании на первый план выступает экспрессивность, активное использование цвета, обилие декоративных элементов самых разнообразных форм. Модерн Франции являет высокую декоративность и большое внимание к деталям интерьера. Стиль «Либерти» соединяет в себе эклектику и модерн, пестрит всевозможными декоративными деталями. Особое внимание в модерне любой страны уделено цвету (рис. 3) как одному из главных средств художественной выразительности, а также фактурному богатству отделочных материалов [2].

В России модерн проявился чуть позже и не менее ярко. Взяв за истоки своего вдохновения древнерусскую архитектуру, с ее разнообразными, словно игрушечными, деталями, архитекторы русского модерна внесли в него уникальность и самобытность. Наиболее широко и полно модерн раскрылся

в Москве и Петербурге [3]. В провинциальных русских городах появляется так называемый «провинциальный модерн». Среди них Самару можно по праву назвать жемчужиной модерна. Здесь на рубеже XIX – XX вв. творили такие знаменитые архитекторы, как Шехтель, Зеленко, Квятковский, Мошков, Засухин, Шаманский и др., создавая великолепные особняки в стиле ар-нуво, которые не уступают лучшим отечественным и зарубежным образцам данного стиля.

В Самаре архитектура модерна прошла несколько этапов: ранний «декоративный» (1895–1905 гг.) и поздний модерн (1900–1910 гг.), включивший романтический и рационалистический модерн [4]. Ранний декоративный модерн широко использовал растительные орнаменты, поздний модерн обращался к гиперболизации и историческим метафорам, рационалистический модерн стремился к правдиво-истинному выражению конструкции в фасадах и интерьерах.

Декоративный модерн в Самаре приобрёл общие формальные признаки стиля: асимметричную композицию, трехмерность объема зданий, часто всефасадность и особняковый характер архитектуры, свободный план, поэтапное фасадное членение (расколоровка цветных и фактурных полос, не связанных с поэтажным членением), овальную, трапецевидную, эллиптическую форму проемов, гибкость линий парапетных обрезов стены, всевозможные башни, бионические орнаменты, лепнину, цветные витражи, кронштейны вместо карнизов, применение керамики, смальты ярких оттенков, цветных витражей [4].

Романтический модерн в Самаре возродил принципы романтизма и отличался большим разнообразием, связанным с романтизацией различных стилей-источников. Для неоромантизма свойственно обращение к наследию Возрождения и классицизма, памятникам древнерусского деревянного и каменного зодчества. Опираясь на метафору, неоромантизм стремился сохранить узнаваемость исторической формы, видоизменяя ее очертания, пропорции, усиливая звучание характерного признака. В Самаре также появляются здания в стиле региональных школ, например северного модерна, который характеризуется использованием формы народной архитектуры северно-европейских и скандинавских стран. В отделке часто применяется природный камень. Разновидностью романтического модерна явился мавританский стиль, применяющий в формообразовании элементы архитектуры Востока – подковообразные арки, галереи и др.

Рационалистическое течение в рамках модерна отразилось в самарской архитектуре скупостью декоративных средств и господством конструкции. Для него характерны повторяемые, однотипные элементы и прямолинейные, гладкие стены.

Модерн в архитектуре Самары – это, прежде всего, купеческие особняки, доходные дома, за-

городные дачи. В композиции планов и фасадов зданий самарские зодчие смело применяли асимметричные композиционные решения при группировании объемов и расположении оконных и дверных проемов. Весьма состоятельные заказчики позволяли архитектору проявлять неограниченную свободу творческого самовыражения. Архитектурные находки становятся до бесконечности разнообразными: тонкость и изящество убранства фасадов и интерьеров, текучие и плавные ритмы, фактуры и цвета в узорной керамической плитке, кованое железо, чугунное литье, витражи в окнах и дверях с ярко выраженными бионическими природными формами, повторяющиеся женские лики и растительные мотивы в декоре [4]. Выдающиеся примеры архитектуры самарского модерна отражают бесконечное разнообразие форм, пластики, цвета, материала: особняк А.П. Курлиной (1903 г., архитектор А.У.Зеленко), особняк доктора Э.Эрна (1900–1901 гг., арх. А.Щербачев), особняк купцов Матвеевых (1914–1915 гг., арх. Д. Вернер), ресторан «Аквариум» (1906–1907 гг., арх. М. Квятковский), особняк Общественного собрания (1914 г., арх. Д. Вернер), театр-цирк «Олимп» (1907 г., арх. П.В. Шаманский) и др. (рис. 1).

Декоративные элементы построек модерна разнообразны по своей форме, стилистике и символике. При всём их бесконечном многообразии возможно выявление общих характерных особенностей композиционного формообразования и цветового решения.

Существующая типология декоративных элементов модерна основана на семантическом значении символа. В данной типологии различают фактурный, цветовой, ритмический и пространственный аспекты. Фактурный аспект ориентирован на фактуру строительного материала. Ритмический подчеркивает присущую модерну повторяемость растительных мотивов. Цветовой символ позволяет развивать собственную палитру с преобладанием малонасыщенных, сероватых цветов с ахроматическими включениями и появлением огромной гаммы новых оттенков (терракота, бежевый, голубая гамма). Пространственный символ ориентирован на асимметричное построение объёмов, планов, отдельных элементов.

При этом в композиции декоративных элементов модерна и их формообразовании можно выделить некоторые архетипичные формы, которые объединяют всё многообразие декоративных элементов модерна в простые фигуры: треугольник, круг, овал, квадрат, крест, s-образные формы, диагонали и др. (рис. 2). Простые фигуры усиливают содержание и при этом рационально используют площадь изображения. Такой прием объединения пространства в простейшую композиционную форму широко применяется в изобразительном искусстве для получения наиболее удачных композиционных решений. Это способствует более понятному и лаконичному



Рис. 1. Примеры архитектуры самарского модерна: а – особняк А.П. Курлиной (1903 г., арх. А.У. Зеленко); б – особняк доктора Э. Эрн (1900-1901 гг., арх. А. Щербачев); в – ресторан «Аквариум» (1906-1907 гг., арх. М. Квятковский); г – особняк Общественного собрания (1914 г., арх. Д. Вернер)

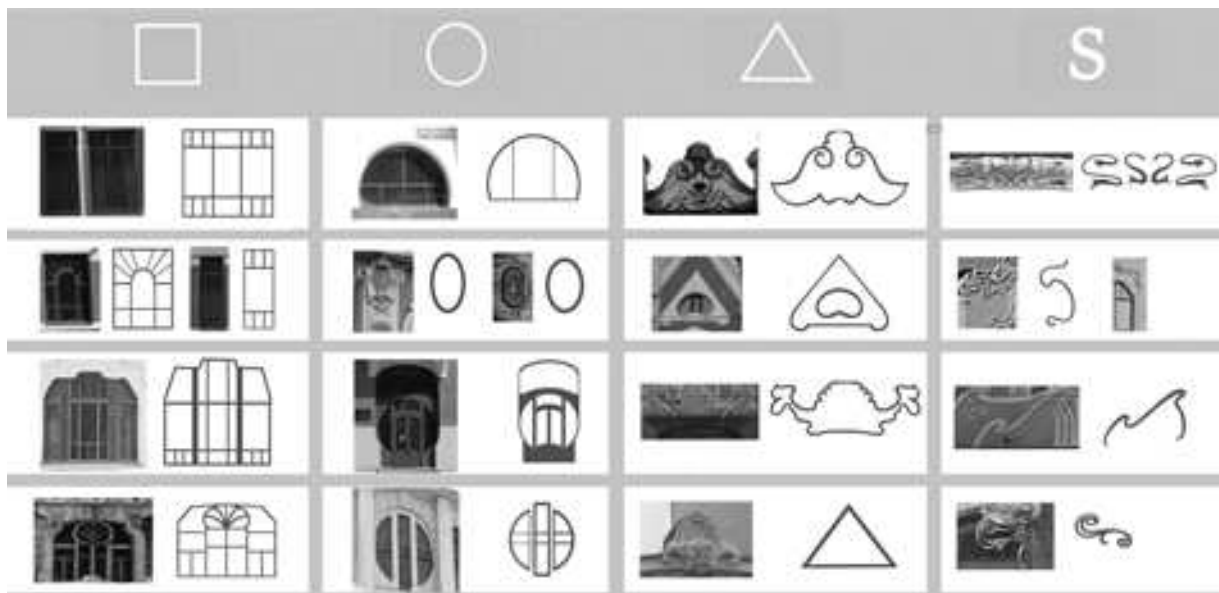


Рис. 2. Основные композиционные формы архитектуры самарского модерна

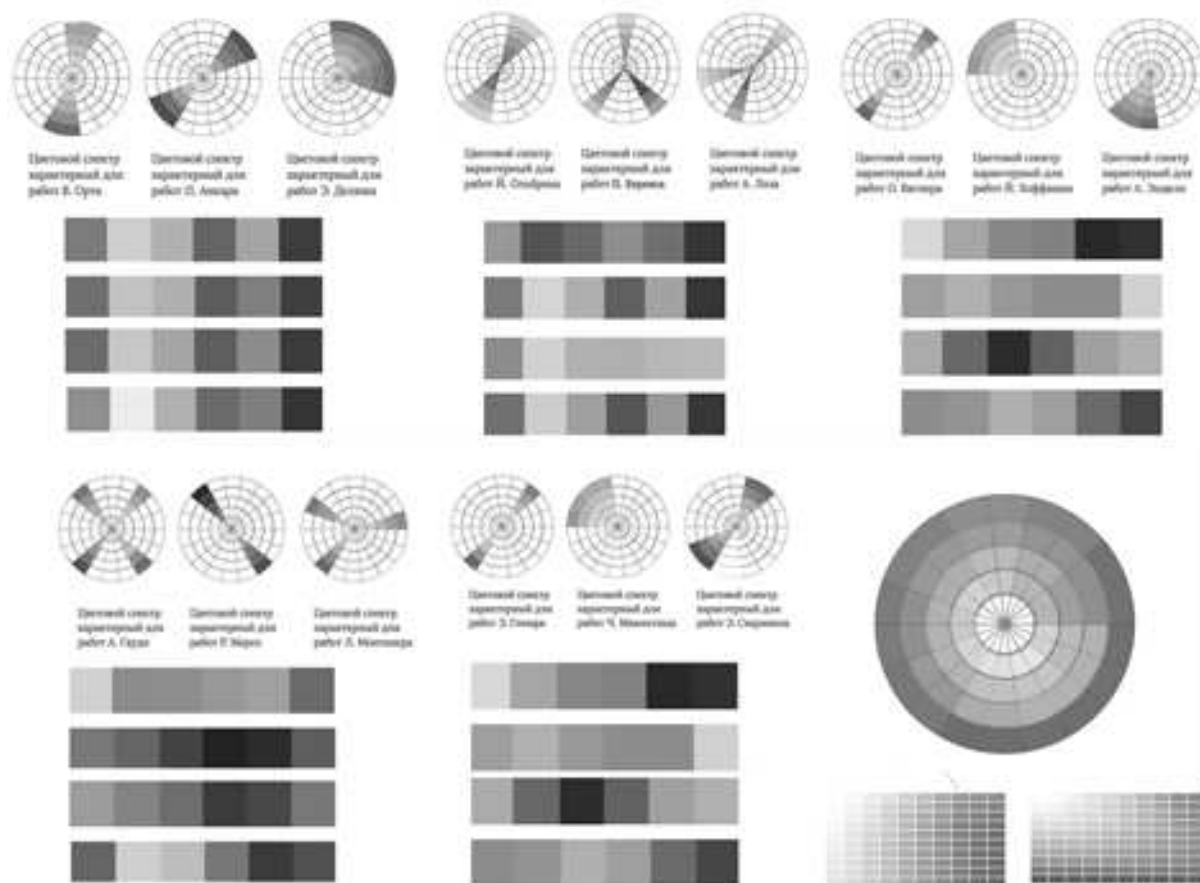


Рис. 3. Характерная цветовая гамма выдающихся мастеров модерна



Рис. 4. Варианты расколоровки фасада особняка купца Жоголева в характерных цветовых гаммах выдающихся архитектурных школ модерна рубежа XIX–XX вв.

восприятию произведения для зрителя. При анализе декоративных элементов архитектуры мировых аналогов и, в частности, самарского модерна выделены простейшие геометрические формы, благодаря которым архитектурное убранство особняков легко воспринимается, изысканно и, несмотря на обилие декоративных элементов, – не перегружено, как, например, в эклектичном стиле. Основная и самая распространенная форма композиционного построения в элементах декора особняков стиля модерна – это «линия Орта», известная как s-образная линейная концепция. Этот линейный символ является самостоятельным художественным образом, который впервые появился в графических работах ар-нуво. Именно архитектор В. Орта, под влиянием первых художественных выставок ар-нуво, перенёс графику художников модерна в камень, построив дом профессора Эмиля Тасселя [4]. S-образная композиция отчётливо прочитывается в декоративных элементах особняка Курлиной (архитектор А.У.Зеленко).

Проведённый анализ многочисленных зарубежных, отечественных и самарских аналогов позволил выявить основные формы декоративных элементов модерна – некие архетипы, простейшие геометрические фигуры: овал, круг, квадрат, треугольник. Всё многообразие замысловатых элементов и форм модерна вписывается в эти простые формы, а их сочетание, повторение, основанное на композиционных законах, даёт своеобразную индивидуальную композицию зданию, фасаду, интерьеру (рис. 2). Данная разработка поможет при новом проектировании и реконструкции домов в городской среде для сохра-

нения исторически сложившегося городского ансамбля.

В результате анализа также были выявлены основные колористические принципы и цветовые сочетания архитектуры модерна. Для этого был проведён разносторонний анализ не только произведений архитектуры, но и анализ произведений искусства стиля ар-нуво. При этом рассматривалась обширная цветовая гамма, характерная для картин, одежды, ювелирных украшений, книжной графики, сценографии на рубеже XIX–XX вв. Выявленная в результате характерная цветовая гамма стиля модерна представлена в виде цветовых спектров, характерных для работ отдельных выдающихся мастеров модерна. Кроме того, выделены и некие общие тенденции (рис. 3). В качестве рекомендации в данном исследовании приводится пример вариантов расколоровки фасада самарского особняка купца Жоголева в стиле неоренессанс (арх. Г.Мошков) в характерных цветовых гаммах выдающихся национальных архитектурных школ модерна (рис. 4). Эти разработки могут успешно применяться при реставрации и реконструкции исторического здания в стиле ар-нуво, а также при новом строительстве в исторической среде.

Вывод. Архитектурный облик Самары создавался веками, разные исторические эпохи повлияли на его планировочную структуру и сформировали неповторимый архитектурный облик города, который продолжает меняться и обновляться. К сожалению, сегодня в связи с новым многоэтажным строительством в историческом центре происходит потеря целостности и художественной значимости

застройки – создаётся диссонанс нового с существующей исторической средой. В то же время многие исследователи утверждают, что Самара – жемчужина модерна. Сохранению исторического архитектурного наследия, а также поиску сомасштабных и соответствующих по стилю исторической среде новых архитектурных решений безусловно помогут выявленные разработки [5–9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломанова В.И., Иванова Л.И. Анализ декоративных элементов в архитектуре самарских особняков стиля модерн // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, Е.А. Ахмедовой; СГАСУ. Самара, 2016. С. 293–297.

2. Каркарьян В.Г. Модерн в архитектуре Самары / СГАСУ. Самара: Издательский дом «Агни», 2006. 252 с.: ил.

3. Ахмедова Е.А. Эстетика архитектуры и дизайна / СГАСУ. Самара, 2007. 100 с.

4. Каркарьян В. Г. Самара – Куйбышев – Самара, или три портрета одного города. Самара: Раритет, 2010. 215 с.: ил.

5. Вавилонская Т. В. Стратегия обновления архитектурно-исторической среды: монография / СГАСУ. Самара, 2008. 368 с.

6. Басс Н.И. Технология реставрации и консервации объектов культурного наследия / СГАСУ. Самара, 2011. 58 с.

7. Карасев Ф.В. Городские усадьбы XIX – начала XX в. и принципы их регенерации (на примере города Самары) // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре [Электронный ресурс]: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / под ред. М.И. Бальзанникова, Н.Г. Чумаченко; СГАСУ. Самара, 2014. С. 528–530.

8. Демурина Ю.Л. Параметрические характеристики пешеходных пространств в исторической среде города // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2013. С. 446–447.

9. Самогоров В.А., Сысоева Е.А., Чёрная Ю.Д. Деревянная и каменно-деревянная архитектура Самары конца XIX – начала XX веков / СГАСУ. Самара, 2011. 200 с.

Об авторах:

ИВАНОВА Людмила Игоревна

кандидат архитектуры, доцент кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)333-38-44
E-mail: iwamila@yandex.ru

IVANOVA Ludmila I.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846)333-38-44
E-mail: iwamila@yandex.ru

ЛИТВИНОВ Денис Владимирович

кандидат архитектуры, доцент кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)333-38-44
E-mail: Litvinov-dv@mail.ru

LITVINOV Denis V.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846)333-38-44
E-mail: Litvinov-dv@mail.ru

Для цитирования: Иванова Л.И., Литвинов Д.В. Феномен ар-нуво: к типологии декоративных элементов в архитектуре самарского модерна // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 108-113. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.18.
For citation: Ivanova L.I., Litvinov D.V. The Phenomenon of Art Nouveau: Towards a Typology of Decorative Elements in the Architecture of Samara Modern // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 108-113. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.18.

Т.В. КАРАКОВА

СРЕДОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕГАПОЛИСА

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE MEGAPOLIS

Рассматривается эволюция средового сознания населения мегаполиса в условиях развития постиндустриальной эпохи градостроительства, когда такие понятия, как «привлекательность города, престижность адреса проживания, экологический фон, уровень благоустройства» становятся индикаторами определения уровня его развития. Автор вскрывает основы противоречия между созидательными качествами вышеперечисленных факторов и их доминантными характеристиками, способствующими выходу мегаполиса на международный рынок конкуренции и инвестирования. Актуализируется поиск закономерностей развития пространственно-функциональной среды мегаполиса в зависимости от специфики и уровня средового сознания и поведения горожан. Анализируются современные подходы к формированию в мегаполисе «креативных индустрий», представляющих собой творческие виды деятельности, среди которых – дизайн городской среды, реклама, архитектура, ремесла, дизайн мебели, моделирование и дизайн одежды, кино и видео, графический дизайн, музеи и архитектурное наследие, изобразительное искусство, музыка, телевидение, радио и Интернет.

Ключевые слова: комфортная городская среда, потребительские качества среды, депрессивные территории города, средовое сознание горожан, креативные индустрии города, дизайн городской среды

На современном этапе развития градостроительства и мировой экономики конкуренция отдельных регионов и городов на внутреннем национальном рынке России становится актуальной проблемой. В вопросах развития крупнейших городов превагирует конкуренция технологий, капиталов, трудовых ресурсов, развитость рынка труда и жилья, а именно те факторы, которые характерны для градостроительных структур с высокоблагоустроенной и комфортной для проживания средой. Привлекательность города, престижность адреса проживания, экологический фон, уровень благоустройства становятся неотъемлемыми составляющими, определяющими уровень развития мегаполиса, способствуя его активному росту, с одной стороны, и ставя его в условия неизбежного выхода на международный рынок конкуренции и инвестирования – с другой. Без этой диалектической дилеммы мегаполис как мощнейшая градоэкономическая и социокультурная структура стагнирует, что ставит перед архитекторами задачу поиска новых территориальных ресурсов,

The article deals with the evolution of the environmental consciousness of the population of a megapolis in the conditions of the development of the postindustrial epoch of town planning, when such concepts as “the attractiveness of the city, the prestige of the address of residence, the ecological background, the level of improvement” become indicators of the level of its development. The author reveals the basics of the contradiction between the creative qualities of the above factors and their dominant characteristics that facilitate the emergence of a megapolis on the international market for competition and investment. The search for regularities in the development of the spatial-functional environment of the megapolis is actualized depending on the specificity and level of the environmental consciousness and behavior of the townspeople. The author analyzes modern approaches to the formation in the megalopolis of “creative industries”, which are creative activities, including urban design, advertising, architecture, crafts, furniture design, clothing design and design, cinema and video, graphic design, museums and architectural heritage, Fine arts, music, television, radio and the Internet.

Key words: comfortable urban environment, consumer quality of the environment, depressed areas of the city, urban consciousness of the city, creative industries of the city, design of the urban environment

экологизации городского пространства, освоения периферийных территорий, повышения их потребительских качеств, сегрегации центральных функций. Центростремительные тенденции концентрации уникальных и избирательных функций обслуживания, капитала, материальных ресурсов и потоков населения в сердце мегаполиса на фоне прогрессирующей маргинализации периферии и разрастания депрессивных территорий города усугубляют проблемы функционирования сложнейшего градостроительного объекта и требуют разработки действенных мер по предотвращению сложившейся ситуации [1].

Современная дискуссия, сложившаяся в рамках междисциплинарного сообщества, занимающегося проблемами мегаполисов, выдвигает в качестве актуального направления изучение взаимовлияния уровня организации пространственной среды и средового сознания, средового поведения, образа жизни живущих в ней субъектов. Комфортная пространственная среда города предопределяет уровень

организации жизнедеятельности жителей и связана с активным развитием в мегаполисе так называемых «креативных индустрий» – палитры деятельности, в основе которой лежит творческое начало, потенциал создания рабочих мест в сфере эксплуатации интеллектуальной собственности. К числу отраслей креативного сектора экономики специалисты относят такие субсектора, как: дизайн городской среды, рекламу, архитектуру, ремесла, дизайн мебели, моделирование и дизайн одежды, кино и видео, графический дизайн, музеи и архитектурное наследие, изобразительное искусство, музыка, телевидение, радио и Интернет. Творческие профессионалы – это образованные, ответственные, увлекающиеся и толерантные люди, которые занимаются производством и распространением новых знаний, внимательно относятся к городской среде, в которой живут, работают и развлекаются [2]. Специалисты отмечают, что сегодня мир переходит от конкурентной борьбы фирм к конкуренции за квалифицированную рабочую силу и конкуренцию городов за привлечение творческих профессионалов, определяющих перспективы развития постиндустриального города. Так, анализ территории США с точки зрения дифференциации городов по индексу развития креативных индустрий, проведенный географом Ричардом Флоридой в 2000 г., показал прямую зависимость между рассматриваемым фактором и степенью их экономического роста.

Следует отметить, что, на фоне существования принципиально разных подходов к определению оценки уровня благоустройства городской среды для развития городских процессов жизнедеятельности, принципиальным остается ее выделение в качестве индикатора качества жизни населения. Особый интерес представляют результаты ряда социологических исследований, выполненных на базе развитых городов США и Европы, согласно которым наиболее привлекательными для населения при смене места жительства являются не столько условия труда на новом месте работы, сколько комфортные условия городской среды в месте проживания. Прежде всего для высококвалифицированных творческих профессионалов важна «уличная культура» – развитая система городских кафе, творческих клубов, каворкинг-центров, баров, мини-галерей и выставочных пространств, бутиков, скверов и пр.

Британский урбанист и культуролог Чарльз Лэндри в своей книге «Творческий город» акцентирует роль политиков, управленцев и архитекторов в вопросах совершенствования городской среды. Культурное наследие города по мнению автора, становится определяющим при выборе путей городского планирования, социально-экономического развития города и решения средовых проблем [3].

Главное отличие европейского взгляда на креативность города от американского заключается в выделении различных видов и типов креативности:

не только художественной, научной или технологической, но и социальной, экономической, политической, управленческой, бизнес-креативности [4–7].

Постиндустриальный мир мегаполиса, концентрирующего огромные массы населения, сложен и противоречив. Именно поэтому средовые решения ряда социальных городских проблем, как межкуммуникационный язык для общения и интеллектуального обогащения населения [8–10]. Американские и европейские ученые приходят к единому выводу: социально-экономическое развитие города, региона, страны определяется степенью благоприятной городской среды и политикой ее совершенствования.

Социальное поведение горожан анализируется сегодня посредством атрибутивных характеристик индивидов, общественных социальных объединений. На передний план выдвигаются не нормы поведения и моральные ценности, а структурные характеристики социальных отношений. Становление такой традиции при исследовании больших общностей людей, а город в этом случае – классический полигон, является на сегодняшний день оптимальным, так как в результате социальных отношений возникают специфические «взаимодействия», оказывающие непосредственное влияние на социальное поведение субъекта [11–13].

Рассматривая такой сложный организм, как «город», следует отметить, что имеется в виду пространственное поведение его жителей, удовлетворенность их материальной средой, уровнем потребительской культуры, эстетическими и экологическими характеристиками среды. Именно в рамках такой среды складываются ролевые отношения между членами городского сообщества, так и непосредственно с материально-пространственным комплексом города [14,15]. Характер подобного взаимодействия определяет также суть межличностных и индивидуальных характеристик городского сообщества и городской культуры. Эти взаимодействия конституируются внутренними функциональными связями, зависят от их динамики, характера функционального поля, в рамках которого они реализуются и связаны с такими ограничителями, как социально-экономическая парадигма государства, уровень социально-экономического развития города, его культурный потенциал, наличие глубинных исторических корней, культурного и архитектурного наследия.

Вместе с этим важнейшими характеристиками материально-пространственной среды города выступают следующие показатели: плотность застройки и обслуживающих функций, преемственность в развитии планировочной структуры города, развитость институциональных факторов (роль городской власти при принятии решений об функционально-планировочном освоении территорий, соблюдении норм и правил застройки, правового зонирования

территории и пр.), совершенство транспортной инфраструктуры. В целом, город необходимо рассматривать как сетевое пространство, представляющее собой совокупность позиций, ролей, отношений, потоков ресурсов и населения в контексте эволюции средового сознания горожан.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мартыанов В.С. Российские мегаполисы: от индустриальных городов к стратегии многофункциональной агломерации // Научный ежегодник института философии и права Уральского отделения Российской академии наук / Издательство Екатеринбургского научного центра РАН. 2012. Вып. №12. С.319–330.
2. Гнедовский В. Современные проблемы развития постиндустриального общества в городах США и Европы. Сетевой проект «Русский архипелаг» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cultura.kh.ua/ru/materiali/2848-gnedovskij-vm-suchasni-problemi-rozvitku-postindustrialnogo-suspilstva-v-mistah-ssha-ta-evgori> (дата обращения: 12.03.2018).
3. Каракова Т.В., Барова К.Д. Средовая интервенция в формировании городской ментальности // Промышленное и гражданское строительство. М.: ООО «Издательство ПГС», 2010. № 8. С. 11–15.
4. Каракова Т.В., Барова К.Д. Коммуникативная функция средового дизайна // Исследования и инновационные разработки РААСН / РААСН, Иван. гос. арх.-строит. ун-т. Т.1. М. – Иваново, 2010. 316 с.
5. Чарльз Лэндри. Творческий город. М.: Классика XXI, 2006. 399 с.
6. Поиск композиционных кодов в архитектуре и дизайне / Каракова Т.В., Ю.С. Воронцова, Е.В. Рыжикова. Германия, Saarbrücken «Lambert Academic Publishing», 2015. 114 с.
7. Нартова-Бочавер С.К. Опросник «Суверенность психологического пространства» – новый метод диагностики личности // Психологический журнал. 2007. Т. 25. №5. С. 20–24.
8. Князева Е.И. Сетевая теория в современной социологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ffsn.bsu.by/ffsn.files/caf/k-sk/personal-sk/knyazeva/Knyazeva-doc/3 - Knyazeva-doc.doc> (дата обращения: 16.03.2018).
9. Ларина Е.К., Юсупов Д.Э. Средовая катастрофа и российские города // Российское экспертное обозрение. 2006. № 2 (16). С. 11–15.
10. Бердетт Р. Градостроительство в эпоху глобальной урбанистической трансформации // Проект INTERNATIONAL. 2006. №14. С. 148–152.
11. Каракова Т.В. Дизайн среды как ресурс развития социокультурного пространства города // Приволжский научный журнал. Н. Новгород, 2012. №3. С.111–115.
12. Каракова Т.В. Роль средового дизайна в формировании коммерческой и потребительской привлекательности объектов обслуживания // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. Владивосток, 2016. С. 53–57.
13. Заславская А.Ю. Сохранение аутентичности исторической городской среды с помощью дизайн-технологий // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 13, № 2(4). С.742–745.
14. Заева-Бурдонская Е.А. Стиливая парадигма дизайна в системе исторической городской среды // Мир науки, культуры, образования. 2008. № 5(12). С.94–99.
15. Радудова Я.И. Специфика взаимодействия внутреннего и внешнего пространства в архитектуре индустриальной эпохи // Известия Самарского научного центра РАН. Самара, 2015. Т. 17, № 1. С. 267–269.

Об авторе:

КАРАКОВА Татьяна Владимировна
 доктор архитектуры, профессор, заведующая кафедрой дизайна
 Самарский государственный технический университет
 Академия строительства и архитектуры
 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
 тел. (846) 339-14-67
 E-mail: t.karakowa@mail.ru

KARAKOVA Tatyana V.
 Doctor of Architecture, Professor, Head of the Design Chair
 Samara State Technical University
 Academy of Civil Engineering and Architecture
 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
 tel. (846) 339-14-91
 E-mail: t.karakowa@mail.ru

Для цитирования: Каракова Т.В. Средовые проблемы мегаполиса // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 114–116. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.19.
 For citation: Karakova T.V. Environmental problems of the megapolis // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 114–116. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.19.

Д.С. РЫБАКОВА
А.С. ФЕДОТОВ

РОЛЬ КОНТЕКСТА ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ, НАРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

ROLE OF THE CONTEXT IN THE REHABILITATION OF URBAN AREAS DISTURBED
BY INDUSTRIAL ACTIVITY

Статья посвящена исследованию проблем городских территорий, нарушенных промышленной деятельностью, а также методам их реабилитации и включения в общественную жизнь города. В ходе исследования был проанализирован отечественный и зарубежный опыт на примере реализованных объектов последних 10-15 лет, отражающих два принципиальных подхода к решению данного вопроса: снос и полная очистка территории с последующим новым строительством; полное или частичное изменение функциональной программы объекта с сохранением наиболее ценных с архитектурно-планировочной точки зрения элементов среды и дополнением их современными архитектурными объектами (реконструкция). Перечислены и классифицированы методы реконструкции: реставрация, модернизация, реструктуризация, ревитализация и реновация. По результатам исследования выявлен главный принцип, которым должны руководствоваться архитекторы – внимательность к контексту места во всех его проявлениях (историческому, социальному, образно-эмоциональному, природному или городскому).

Ключевые слова: городской контекст, промышленные зоны, адаптация, снос, реконструкция

The article is devoted to the study of problems of urban areas, disturbed by industrial activity, as well as methods of their rehabilitation and inclusion in the city public life. In the course of the research domestic and foreign experience was analyzed using the example of realized objects of the last 10-15 years reflecting two principal approaches to solving this issue: demolition and complete cleaning of the territory with subsequent new construction; full or partial modification of the functional program of the facility while preserving the most valuable elements from the architectural and planning point of view, and complementing them with modern architectural objects (reconstruction). The methods of reconstruction are listed and classified: restoration, modernization, restructuring, revitalization and renovation. According to the results of the research the main principle that architects should follow is attention to the context of the place in all its manifestations (historical, social, figurative-emotional, natural or urban).

Keywords: urban context, industrial zones, adaptation, demolition, reconstruction

С конца XVIII в. промышленность играла важную роль в жизни человечества. Как в России, так и в других странах мира промышленные предприятия строились преимущественно на городских окраинах в специально отведенных для этого зонах. Однако с развитием и ростом городов эти территории постепенно заполнялись жилой застройкой, а также различными общественными, культурными объектами и инфраструктурой. В итоге промышленные зоны постепенно сместились и стали располагаться в центральных городских районах [1].

Прогресс не стоит на месте, и опыт последних десятилетий показывает, что смена тенденций и развитие технологий производства привели к тому, что функциональные структуры и архитектура предприятий подвергаются определенным трансформациям: либо подстраиваются под новые задачи, либо постепенно приходят в упадок вместе с закрытием самих предприятий. Причем последний вариант является наиболее распространенным, что в свою оче-

редь приводит к деградации среды этих районов и превращению огромных территорий в неосвоенные, нефункциональные белые пятна на генеральном плане города.

Реабилитация территорий, нарушенных промышленной деятельностью, является сегодня одной из главных задач для многих крупных городов России и мира. Целесообразность и рентабельность таких мероприятий объясняется не только экономическими, градостроительными или экологическими аспектами. Социальные, культурные, эстетические составляющие этого процесса также немаловажны.

По мнению ученых, термин «реабилитация» по отношению к городским территориям впервые стал применяться за рубежом после Второй мировой войны в связи с необходимостью восстановления и реконструкции европейских городов [2]. Под «реабилитацией» тогда понималось общее восстановление городской среды: снос разрушенных, руинированных зданий, не пригодных к использованию,

строительство на их месте новых сооружений или обустройство освобожденных территорий под рекреационные зоны. В российской градостроительной практике вопрос обновления промышленных территорий возник гораздо позже, и предпосылками этого процесса стали коренные изменения в экономической сфере [2]. Потому, являясь относительно молодым процессом для нашей страны, реабилитация как понятие встречается достаточно редко в отечественной литературе по архитектуре и градостроительству.

При разработке проектов реабилитации депрессивных территорий архитекторами используются различные методы, выбор которых зависит от социальных, политических, экономических, природно-климатических и множества других факторов. К социальным факторам относится желание населения улучшить показатели качества жизни. Политическим фактором является позиция органов местного самоуправления. К экономическим можно отнести возможности бюджетов потенциальных инвесторов, населения и города. А природно-климатическим фактором является невозможность использования определенных методов ввиду неблагоприятных условий [2].

Анализируя наиболее удачные проекты современных архитекторов, можно выявить два принципиальных подхода, которыми они пользуются, работая с городскими территориями, нарушенными промышленной деятельностью. Первый из них и самый кардинальный – это **снос**, когда полная рефункционализация среды проводится путем демонтажа всех или подавляющего большинства объектов, конструкций и инженерных сооружений, расположенных на этой территории.

Казалось бы, нет ничего проще, чем разрушить старые структуры, связи и границы и, как завещал Ле Корбюзье, «строить свободно, на вольном воздухе, ... и на месте несуразной, бессмысленной застройки производить планомерную застройку» [3]. Однако в реальности такой подход сопряжен с рядом трудностей.

Так как мы имеем дело с промышленным производством, одним из главных становится вопрос экологии, затрагивающий проблемы очистки территорий от отходов вредных производств, а также строительного мусора – бетона, стекла, металла и т.д. Мусор обычно вывозится с площадки, после чего его прессуют или измельчают и передают предприятиям, специализирующимся на переработке конкретных видов отходов путем захоронения, сжигания, компостирования или переработки [4–6]. Оздоровление (рекультивация) почв, загрязненных отходами вредных производств (нефтехимического, металлургического и др.), чаще всего производится путем вывоза части грунта на специализированные полигоны с последующей его детоксикацией.

Другим проблемным вопросом становится непосредственно техническая и технологическая сторона такого процесса, как снос зданий. Демонтаж старых заводов осложняется тем, что их формы и конструктивные особенности очень разнообразны.

Потому процесс сноса всегда должен предварять подготовительный этап, включающий в себя исследование технического и конструктивного состояния построек, их расположение относительно других объектов, а также выявление степени риска обрушения конструкций, наличие коммуникационных сетей и подземных пространств.

Третья проблема носит экономический характер, поскольку все вышеперечисленные меры сложно назвать дешевыми. Не стоит также забывать и о правовых вопросах, а именно об оформлении специализированной разрешительной документации для проведения работ по демонтажу и сносу. Оформление бумаг такого рода может быть осложнено тем, что некоторые производственные здания могут носить статус памятников и находиться под охраной государства.

Кроме озвученных экономических, правовых и технологических трудностей, такой подход имеет ряд социальных и эстетических проблем. Человек – существо историческое, наделенное развитым чувством социальной принадлежности. По словам норвежского теоретика архитектуры Кристиана Норберг-Шульца, человеку для самосознания и самоопределения в какой-либо среде необходимо «уметь, во-первых, сориентировать себя: он должен знать, где находится. Но также он должен отождествлять себя с окружающей средой, то есть знать, «как» он в ней находится» [4, с. 19]. Человек должен иметь возможность идентифицировать себя с психологической и социальной средой, ощущать принадлежность к определенной культурной общности и чувствовать свою сопричастность к происходящим в ней процессам [5], что в свою очередь возможно благодаря культурным связям и различным местным традициям.

К сожалению, многие современные проекты, в основе которых заложен именно такой подход к реабилитации территорий (снос с полной рефункционализацией), являются отрицательными примерами, демонстрирующими пренебрежение к городскому контексту и нежелание адаптировать существующие здания под новые задачи. Именно такой путь был выбран застройщиком при реализации *жилого комплекса «Столичный»* в Барнауле. Проект, подготовленный местной архитектурной мастерской, обещал стать новой архитектурной доминантой, разместившись в самом центре города рядом с площадью Октября на территории бывшего завода по производству молочной продукции. В составе комплекса были запроектированы здания средней этажности и 22-этажная башня, увенчанная шпилем и имеющая четкое заимствование стиля «сталинских высоток». «Рабски копировать прошлое – это обрекать себя на ложь, это создавать в принципе фальшивое, ибо современные здания не будут строиться древними методами, а возведение архаичных сооружений с применением современной строительной техники может привести лишь к бессмысленному подражанию произведениям прошлых эпох», – гласит текст Афинской хартии [6, с. 115]. Однако проектировщики, разместивших этот объект в среде типовых

пятиэтажных «хрущевок», это явно не заботило, а вкуче с проектными ошибками, узкими проездами и недостаточной инсоляцией соседних домов этот проект стал одним из самых критикуемых в 2017 г.

Тем не менее в современной архитектурно-строительной практике есть место и положительным примерам. Так, при разработке проекта жилого квартала Кюперсбуш (*Siedlung Küppersbusch*) в центре небольшого промышленного городка Гельзенкирхен (*Gelsenkirchen*), расположенного на территории Рурского угольного бассейна в Германии, архитекторы использовали иные методы. Жилой район, состоящий из двух-, трехэтажных домов с выходами на небольшие придомовые участки и общей парковой зоной, был возведен на территории, некогда ранее принадлежавшей промышленному гиганту. Австрийские архитекторы Майкла Шишкович (*Michael Szyzkowitz*) и Карла Ковальски (*Karla Kowalski*) в основу своего проекта заложили идеи о традиционном типе расселения: архитектура домов и форма совместного проживания стала своего рода «возвращением к корням» – к историческим поселениям вокруг угольных и металлургических шахт в этом районе, позволив тем самым установить метафизическую связь нового квартала с культурным контекстом этого места.

Другим принципиальным подходом к работе с территориями, нарушенными промышленной деятельностью, является реконструкция – видоизменение существующих основных фондов на основе их технического совершенствования с последующим повторным использованием. Параллельно с этим может быть проведена полная или частичная рефункционализацией самого предприятия. К числу методов проведения реконструкции можно отнести реставрацию, модернизацию, реструктуризацию, ревизитализацию и реновацию [2], каждый из которых имеет как уникальные приемы и способы, так и имеющие сходства между собой.

Реставрация подразумевает проведение работ по восстановлению эстетических качеств архитектурных объектов, а также их первоначального исторического облика, утраченного за годы эксплуатации или под воздействием иных неблагоприятных внешних факторов (запустение, разрушение и др.). Как метод, реставрация наиболее часто используется в отношении зданий, относящихся к числу памятников архитектуры, как это произошло с корпусами *Медеплавильного и кабельного завода Товарищества «Алексеев, Вишняков, Шамшин»*, датируемыми концом XIX – началом XX в. и являющимися объектами культурного наследия регионального значения. В 2003 г. московскими архитекторами была проведена их реставрация с частичной рефункционализацией: производственные здания были переоборудованы под офисный центр и жилые апартаменты, а бывшее здание театра для рабочих фабрики, построенное здесь по инициативе К.С. Станиславского еще в 1904 г., сохранило статус театральной площадки, где разместилась «Студия театрального искусства» под руководством Сергея Женовача. Реставрацион-

ные работы включали в себя: расчистку фасадов от загрязнений, поздних слоев покраски и восстановление их первоначального вида по архивным данным; сохранение некоторых исторических элементов интерьера; сохранение первоначального рисунка кирпичной кладки и использование кирпичей аналогичного размера при переоблицовке наружных стен; восстановление утраченных элементов кровли.

Модернизация относится к числу методов, позволяющих проводить реабилитацию промышленных территорий с полным сохранением существующих производственных функций. В этом случае поводится усовершенствование технологического процесса производства с возможным переходом на новые образцы оборудования, а также техническое состояние площадок и зданий, где оно размещается.

Реструктуризация затрагивает сферу, связанную с изменением и оптимизацией внутренних структур промышленных территорий, а инструментами в этом процессе становятся не только экономические, правовые, управленческие аспекты, но и особенности социального взаимодействия людей, и эстетика архитектурных форм.

Оба эти метода чаще всего работают в связке, что позволяет повысить производительность и прибыль предприятия, а также снизить физический и моральный износ объектов, придать им современный облик, сделать среду комфортной для работы и пребывания людей, как это можно видеть в проекте реконструкции швейной фабрики *Виет Вуон (Viet Vuong Co., Ltd.)*. Архитекторы из группы *VTN Architects* предложили пересмотреть принцип взаимосвязи между администрацией, работниками и посетителями. Глухие перегородки и система цехов, существовавшие здесь ранее, были заменены на большие витражные системы, объединившие пространство и сделавшие его более светлым и гостеприимным, а использование кирпича и бамбука в качестве отделочных материалов позволило объекту приобрести местную идентичность. В проекте модернизации другой швейной фабрики, *Дэзино Эко (Desino Eco Manufactory)* архитектор Хо Хью (*Ho Khue Architects*) для объединения пространства и создания более лояльных коммуникативных связей между работниками помимо стеклянных перегородок использовал атриум с расположенным вокруг него так называемым «креативным пространством», позволяющим всем желающим свободно общаться и обсуждать различные идеи. Использование вьющихся растений вдоль фасадного остекления стало одновременно и своеобразным экологичным инструментом для терморегуляции, и элементом, повышающим эстетическую привлекательность пространства фабрики.

Оживление промышленных территорий путем создания новых или восстановления утраченных внешних связей с окружающим городским контекстом, поиск возможностей для активного формирования новых социальных связей, проектирование качественной и комфортной среды, дающей людям возможности для творческого самовыражения, – все это является характерными особенностями такого

метода реабилитации, как *ревитализация*. По мнению специалистов, этот метод сегодня является одним из самых перспективных, хотя на теоретическом уровне он исследован достаточно слабо, поскольку является очень трудоемким и многогранным процессом и зависит всегда от конкретных условий места [2].

Ревитализация может проводиться на функционирующих предприятиях в рамках их реконструкции, как это можно увидеть в *проекте реабилитации территорий экспортной промышленной зоны Пудун* в Шанхае. Перед архитекторами проектной группы Space Cube Design Lab была поставлена задача: превратить старые двухэтажные промышленные цеха в современные офисные здания с организованными зонами отдыха, удобными коммуникативными связями для пешеходов и доступными парковками. Свою концепцию они охарактеризовали как «элегантное, удобное, простое и эффективное офисное пространство-сад» [7], превратив устаревшую структуру промышленной территории в современную рабочую зону.

Ревитализация территории совместно с рефункционализацией зданий была осуществлена в рамках *проекта реконструкции Вэньчжоуской мукомольной фабрики*, расположенной в старой части города на берегу реки Удзян. Цель проекта заключалась в превращении мельницы в современное многофункциональное пространство для отдыха, развлечений и культурно-досуговой жизни. Особое внимание архитекторы уделяли сочетанию старых и новых конструктивных систем, созданию разнообразных пространств, а также выбору наиболее выгодных видовых точек, откуда люди могли бы созерцать красоту прибрежного ландшафта или старые промышленные элементы, сохраненные в качестве артефактов и идентификаторов этого места. В итоге бывший мукомольный завод стал популярной городской площадкой для проведения выставок, культурных и спортивных мероприятий, тем самым заставляя людей чувствовать, что старая промышленная территория получила новую жизнь.

В процессе рефункционализации бывшие промышленные территории могут становиться не только общественными, офисными зонами или культурными кластерами, как это можно было увидеть в предыдущих проектах. Архитекторы из Nova Property Investment Co. предложили превратить бывший лакокрасочный завод в Шанхае в современный *жилой квартал Мини Ливин (MINI LIVING)* с развитой общественно-досуговой функцией: шоурумами, выставочными площадками, садами и скверами, детскими игровыми площадками, магазинами, продуктовым рынком и ресторанами, открытыми и доступными для всех желающих, что способствовало бы активному социальному взаимодействию среди людей, а также включению территории в общественную жизнь города.

Реновация является самым емким и комплексным методом, сочетающим в себе элементы всех предыдущих подходов: и реставрации, и модернизации, и реструктуризации, и ревитализации. Реновация обеспечивает восстановление внешних связей территории с городской тканью, формирование оптимальной

коммуникативной структуры внутри самих объектов, обновление функциональной программы и создание новых мест социальной активности, модернизацию конструктивных и инженерных систем зданий с использованием самых современных материалов и технологий, реставрацию и сохранение ценных исторических артефактов, выполняющих роль идентификаторов изучаемого места.

В Таллине, практически в самом центре Старого Города, недалеко от морского побережья, в 1910–1913 гг. по проекту Ганса Шмидта на территории газового завода была построена электростанция, призванная обеспечивать централизованное теплоснабжение всего города. За годы работы она пережила бомбежки Второй мировой, сумела восстановиться и была одной из самых крупных электростанций в Европе, однако в 1979 г. прекратила функционирование вместе с закрытием самого завода. Через несколько лет пребывания в состоянии запустения электростанция вновь открыла свои двери, но уже в качестве музея энергетики, хотя по факту эта простая рефункционализация не смогла в полной мере решить главную проблему – превратить депрессивную территорию в новое место социальной активности. Поэтому в рамках реновации архитекторами Сири Вальнер (Siiri Vallner) и Индрек Пейлом (Indrek Peil) из бюро Кавакава (Kavakava) был предложен комплекс мер, способных возродить привлекательность данной территории.

По словам разработчиков, главными принципами *проекта Таллинского креативного центра (Tallinn Creative Hub)* стали открытость и простота пространственной организации, поскольку именно этого требует специфика новой функциональной направленности комплекса: здания и площадки должны быть легко трансформируемы под различный вид мероприятий, будь то концерты, фестивали, выставки, семинары, лекции, конференции или иные цели творческой индустрии, а также быть доступны для посещения всем желающим [8].

Сами здания бывшей электростанции являются памятниками и находятся под охраной, потому при работе с ними архитекторы использовали максимально деликатный подход, стараясь сохранить их первоначальный облик, но вместе с тем используя грубые материалы, соответствующие ранее используемым: необработанный бетон, сталь, кирпич.

Что касается технического и инженерного оснащения, то можно сказать, что креативный центр имеет самое современное оборудование. Одной из идей разработчиков было разнообразить рабочее пространство офисов и творческих студий элементами диджитал-арта и интерактивными поверхностями, имитирующими природные явления: движение порывов ветра или колебания морских волн. «В природе нет ничего цифрового, в цифровом мире нет природы. Цифровая установка «Flow» объединяет обе эти мощные стихии в единую художественную систему и показывает связь человека с природой даже в век высоких технологий» [9].

Выводы. Подводя итог проведенному исследованию, можно отметить, что в современной зарубежной и отечественной архитектурной практике существует достаточное количество методик реабилитации бывших промышленных территорий. Но чтобы эта реабилитация стала действительно качественной, главным принципом работы архитекторов должна стать внимательность: к особенностям функционального наполнения объекта, к качеству технического и инженерного оборудования, к качеству материалов, к людям и их национальным особенностям, к истории и, наконец, к городскому контексту в целом – проектные решения должны рождаться на основании конкретных условий места, должны быть продуктом определенной среды, а не предвзятым видением архитектора.

На сегодняшний день политика реабилитации бывших промышленных территорий актуальна для всех развитых стран, ее принципы могут быть применены в любом городе, где возникает необходимость качественной трансформации депрессивной городской среды. Самара в этом случае не становится исключением. Как известно, ввиду особенностей своего географического расположения в период промышленной революции в городе было создано множество предприятий, и их количество увеличивалось вплоть до распада Советского Союза, после чего большая часть заводов обанкротилась, территории пришли в упадок и продолжают пустовать по сей день. Современная ситуация усугубляется неграмотным управлением и распределением финансов, а также самой стратегией развития города.

Сегодня на территории Самары находится большое количество заброшенных заводов, занимавшихся ранее различными видами деятельности (легкая и тяжелая промышленность, химическое, оборонное и другие виды производств), но применение современных методов утилизации отходов и очистки почв, индивидуальный, планомерный и грамотно выстроенный комплексный подход к реабилитации территорий может создать качественно новую среду с разнообразными и привлекательными

для горожан пространствами. А проектные решения, строящиеся на адаптации старых производственных объектов под новые функции в сочетании с минималистичными формами современной архитектуры и принципами объемно-пространственной организации, помогут сохранить уникальный характер среды, заключенный в исторических артефактах, получающих таким образом новую жизнь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золотых М.А. Реновация промышленных зон в современных условиях города. // StudArctic forum. Выпуск 2(6), 2017 URL: <http://saf.petrus.ru/journal/article.php?id=1183> (дата обращения: 19.12.2017)
2. Демидова Е.В. Реабилитация промышленных территорий как части городского пространства // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2013. № 1. С. 8–13.
3. Рыбакова Д.С. Роль контекста в архитектуре модернизма XX века // Научно-исследовательский архитектурный журнал Innovative Project. Т. 1. Вып. №2. Самара, 2016. С. 64–69.
4. Christian Norberg-Schulz. Genius Loci. Towards a phenomenology of architecture. Rizzoli, 1980. С. 212.
5. Самозоров В.А., Рыбакова Д.С. Концепция genius loci в современной архитектуре // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Нижний Новгород, 2016. № 19 С. 63–67.
6. Ле Корбюзье. Три формы расселения. Афинская хартия / пер. с фр. Ж. Розенбаума; послесл. Ю. Бочарова и А. Раппапорт. М.: Стройиздат, 1976. 136 с.
7. Jinqiao 21 Office. Space Cube Design Lab / Archdaily.com URL: <https://www.archdaily.com/552154/jinqiao-21-office-space-cube-design-lab> (дата обращения: 22.12.2017).
8. Tallinn Creative Hub. Kavakava / Archdaily.com URL: <https://www.archdaily.com/802765/tallinn-creative-hub-kavakava> (дата обращения: 22.12.2017).
9. Presidency venue – Tallinn Creative Hub (Kultuurikatel) / Eu2017.ee URL: <https://www.eu2017.ee/presidency-venue-tallinn-creative-hub-kultuurikatel> (дата обращения: 22.12.2017).

Об авторах:

РЫБАКОВА Дарья Сергеевна

ассистент кафедры архитектуры
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: zmej.rr@yandex.ru

ФЕДОТОВ Александр Сергеевич

магистр кафедры архитектуры
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: cmok91737@mail.ru

RYBAKOVA Daria S.

Assistant of the Architecture Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: zmej.rr@yandex.ru

FEDOTOV Alexandr S.

Master's Degree Student of the Architecture Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: cmok91737@mail.ru

Для цитирования: Рыбакова Д.С., Федотов А.С. Роль контекста при реабилитации городских территорий, нарушенных промышленной деятельностью // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 117–121. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.20. For citation: Rybakova D.S., Fedotov A.S. Role of the Context in the Rehabilitation of Urban Areas Disturbed by Industrial Activity // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 117–121. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.20.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ



УДК 72.04

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.21

И.А. КОТЕНКО

СВОЕОБРАЗИЕ ФОРМ КУПОЛОВ АРХИТЕКТУРЫ МОДЕРНА И ЭКЛЕКТИКИ САМАРЫ НАЧАЛА XX ВЕКА

THE SINGULARITY OF THE DOME'S FORMS OF SAMARA'S ART NOUVEAU ARCHITECTURE AND ECLECTICISM OF THE EARLY 20TH CENTURY

В статье исследуется один из характерных завершающих элементов крыши зданий – купол. Отмечается своеобразие форм и разновидности их применения прежде всего в архитектуре модерна, а также в неоклассицизме и различного рода стилизациях в провинциальном городе Самаре в начале XX в. Автор подчёркивает особое значение своеобразной формы в композиции здания и градостроительном применении. Исследуются и классифицируются распространённые разновидности куполов в рассматриваемый период градостроительного развития. Благодаря своему влиянию на окружающее пространство, панорамы и силуэты города, купола сохраняют своё особое градостроительное значение. В современной архитектуре Самары проявился интерес к этому композиционному элементу, который является своеобразным кодом исторического города. В статье рассматриваются современные примеры купольных завершений зданий Самары.

The paper examines one of the characteristic finishing elements of the roofs of buildings - the dome. The originality of forms and varieties of their application is noted, first of all in the Art Nouveau architecture, as well as in neoclassicism and various stylizations in the provincial city of Samara of the beginning of the 20th century. The author emphasizes the special significance of the peculiar form in the composition of the building and the town-planning application. The widespread varieties of domes in the considered period of town-planning development are investigated and classified. Due to its influence on the surrounding area, panoramas and silhouettes of the city, the domes retain their special town-planning significance. In the modern architecture of Samara, there has been an interest in this composite element, which is a kind of code of a historical city. The article considers modern examples of dome completions in Samara buildings.

Ключевые слова: архитектура модерна, эклектика, региональные особенности архитектуры, классификация и виды куполов, градостроительное применение, образно-смысловое значение формы

Keywords: Art Nouveau architecture, eclecticism, regional architecture features, classification and types of domes, town-planning application, figurative-semantic meaning of the form

Рассматривая архитектуру Самары начала XX в., многие искусствоведы отмечают многообразие существующих в городе стилевых направлений. Историк архитектуры А.И. Власюк ссылается в связи с этим на книгу «Вся Самара. 1925 год», где в статье краеведа К.П. Головкина приводятся несколько устаревшие, но характерные наименования стилей, в которых работали самарские архитекторы того периода: византийский, готика, итальянский ренессанс, немецкий ренессанс, мавританский, скандинавский, русский, русско-московский, модернизированный, модерни-

зированная классика, модернизированный ренессанс, модерн и др. [1]. А.И. Власюк признаёт, что такая пестрота является едва ли не наиболее характерной чертой облика города [2]. Архитектура Самары испытала влияние направлений эклектики и различного вида стилизаторства, среди которых особенно выделяются неоклассицизм и «неорусский» стиль. И если раньше к провинциальной эклектике в русских городах конца XIX–XX вв. советские искусствоведы относились с пренебрежением, то ныне её неоклассические проявления почтительно называ-

ются «академической эклектикой» [3]. Однако наиболее признанным является своеобразие самарского модерна. Изучению его были посвящены работы многих авторов [4–7]. В городе имеются выдающиеся образцы самарского модерна с «растительным» декором, например, особняк Е.Ф. Новокрещёновой на ул. Фрунзе, 144 (арх. М.И. Квятковский); особняк А.П. Курлиной на ул. Фрунзе, 159 (арх. А.У. Зеленко); дом А.Ф. Нуйчева на ул. Самарской, 149 с «зооморфными» украшениями (арх. М.И. Квятковский); примеры северного модерна в виде особняка В.М. Суорошников на ул. Пионерской, 22 (арх. Ф.О. Шехтель и А.А.Щербачёв); Крестьянского поземельного банка на ул. Куйбышева, 153 (арх. А.И. фон Гоген); есть и варианты модерна с элементами эклектики как особняк Аржановых на ул. Куйбышева, 93 (арх. З.В. Клейнерман); образцы рационального модерна как Дом Общественного собрания на ул. Куйбышева, 157 (арх. Д.А. Вернер) и др. Многие из зданий определяются по стилю автора. Часто это предпочтительные элементы декора, отделки разных частей здания, выбор строительного материала. Так архитектура М.И. Квятковского узнаваема по характерному «растительному» орнаменту украшений окон; здания архитектора Д.А. Вернера – по особому рациональному стилю, использованию на фасадах глазурованной плитки. Ф.П. Засухин (впрочем, как и Д.А. Вернер) – по особой имитации рустованной штукатурки на цоколе здания.

В период новейших реконструкций и строительства в кварталах исторической застройки, стирания региональных особенностей в современной архитектуре повышается интерес к своеобразию местных традиций, в том числе к формообразованию исторических зданий, а также к их образно-смысловой значимости для горожан, визуальной узнаваемости самарской самобытности. Надо сказать, что примеры современного стилизаторства в духе местных традиций существуют, хотя не всегда с однозначной оценкой профессионалов-архитекторов и горожан. Тем не менее любые «аллюзии» к традиционным прототипам форм положительно встречаются жителями города.

Одним из характерных элементов жилых и гражданских зданий стиля модерн и эклектики в Самаре являются купола. На больших зданиях купол устанавливался обычно над угловым входом в здание, становясь уличной доминантой. Иногда купол возводился по центральной оси протяжённого здания, над центральным залом (тогда он сдвигался от угла дома вглубь) или располагался над дворовым входом, над эркером. Реже симметричные небольшие купола фланкировали ризалиты на боковых сторонах уличного фасада в духе неоклассицизма. В любом случае купол являлся мощным элементом фронтальной и объёмной композиции здания, а также ориентиром и главной частью силуэта улицы. Некоторые из куполов гражданских зданий, например, купол

Крестьянского поземельного банка, формировали волжскую панораму, хотя в большинстве своём в панорамах участвовали купола церквей [8–10].

Несмотря на большое разнообразие куполов в архитектуре самарского модерна и эклектики, попробуем найти их типические черты. Они определяются по формальным признакам. Одна из групп куполов может быть названа шлемовидными полусферическими куполами. К ним можно отнести купол на полуротонде мансардного этажа б. дома П.П. Головкина на ул. Панской (ныне Ленинградская, 22), построенного по проекту хозяина. Купол является небольшим сегментом сферы и увенчан шпилем. Полуротонда расположена по оси симметрии фасада на трёхгранном эркере (рис. 1, а, б). Другой пример сферического купола украшает б. особняк Альфреда фон Вакано на ул. Почтовой (Шостаковича, 3), выполненный по проекту Д.А. Вернера. Купол также расположен перед двухъярусной вальмовой крышей, на полуротонде, его поддерживают четыре колонны, а верх увенчивает небольшой балкончик (рис.1, в, г). Конструкция купола, по сведениям Н.В. Третьякова, представляет собой тонкостенную деревянную купол-оболочку [11]. Наиболее развитым в высоту сферическим куполом с верхним световым фонарём отличался б. самарский Театр-цирк на ул. Саратовской (Фрунзе, 141), возведённый по проекту П.В. Шаманского, ныне перестроен (рис.1, д, е). Нескольким напоминает форму луковицы килевидный шлем купола над угловым эркером б. дома Благовещенского на ул. Саратовской (Фрунзе, 43), но максимальный диаметр купола почти не отличается от диаметра основания. Основание шлема купола чуть сжимает пояс в виде ленты, который почти не виден после реконструкции (рис.1, ж, з).

Второй распространённой разновидностью самарских куполов зданий стиля модерна и эклектики являются полигональные купола на квадратном основании с выпуклыми рёбрами и невысоким подъёмом (высота купола ниже или равна высоте основания). На небольших особняках купола располагаются либо симметрично друг другу, либо на угловом эркере. В центральном государственном архиве Самарской области сохранились некоторые планы зданий из строительного отделения городской управы с такими куполами (рис. 2, а), сейчас изданные специальным альбомом [12]. К полигональным относятся купола на б. особняке Н.Ф. Иванцова на ул. Саратовской (ул. Фрунзе, 106). Они расположены над эркерами на небольшом возвышении, при недавней реконструкции приобрели кубоватую форму (рис. 2, б). Другой интересный образец полигонального купола имеется на бывшем особняке баронесс фон Древиц тоже на ул. Саратовской (ул. Фрунзе, 143), расположен с угла здания за аттиком, повернут по диагонали к углу, увенчан главкой (рис. 2, в, г). Иногда такой купол с главкой расположен над балконом, как на бывшем доме Либерфорта по ул. Николаевской (ул. Чапаев-

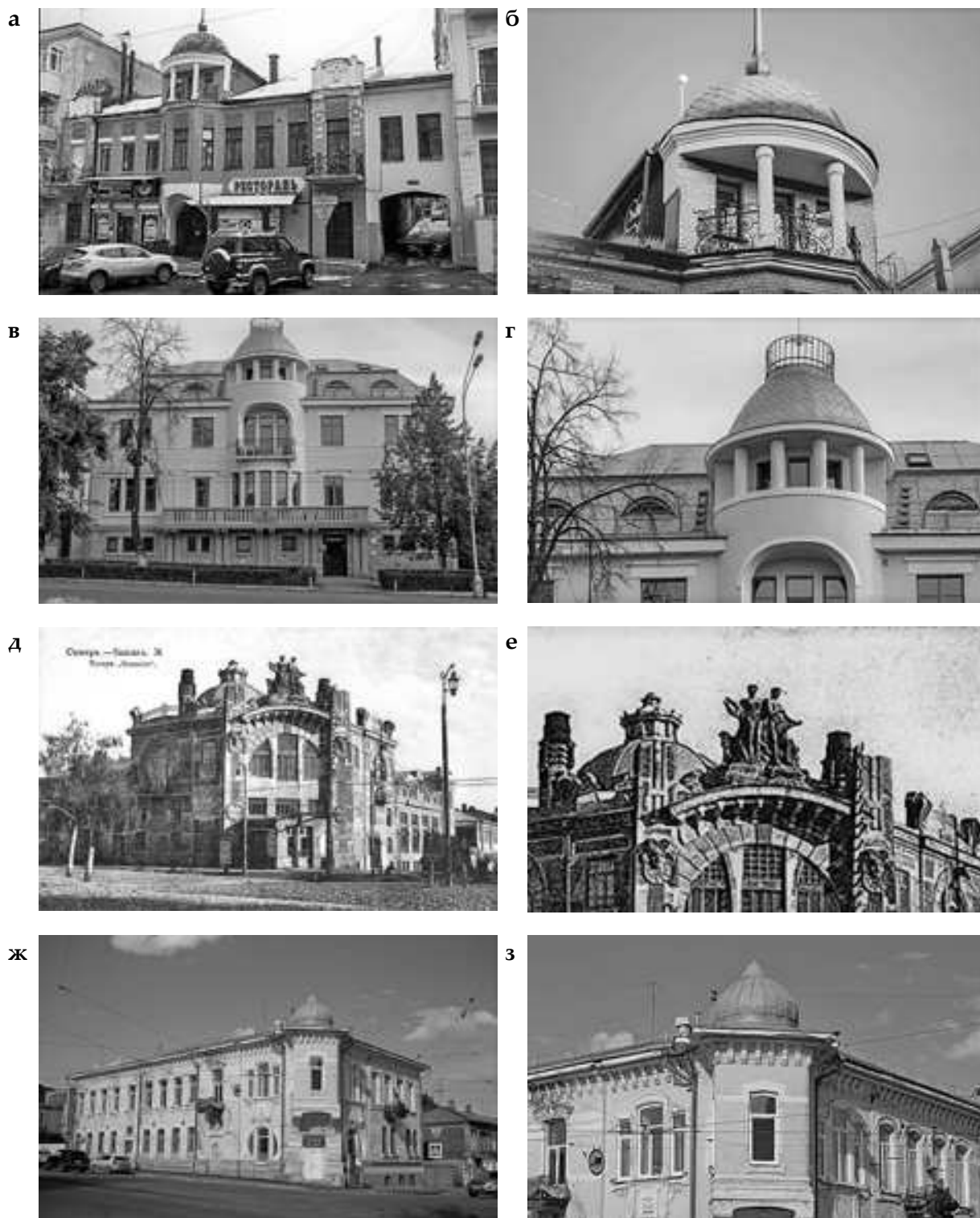


Рис. 1. Шлемовидные сферические купола Самары (фото с сайтов: promodj.com; hitmanach.lj.com; greenexr.ru; oldsamara.samgtu.ru; golema.lj.com): а, б – здание П.П. Головкина на ул. Ленинградской, 22 с невысоким сегментом купольной сферы; в, г – особняк А. фон Вакано на ул. Шостаковича, 3 с высокой купольной сферой и балкончиком; д, е – Театр-цирк «Олимп» на ул. Фрунзе, 141 с высоким зонтичным куполом и световым фонарём; ж, з – особняк Благовещенского на ул. Фрунзе, 43 с килевидным куполом, перетянутым декоративным ленточным поясом

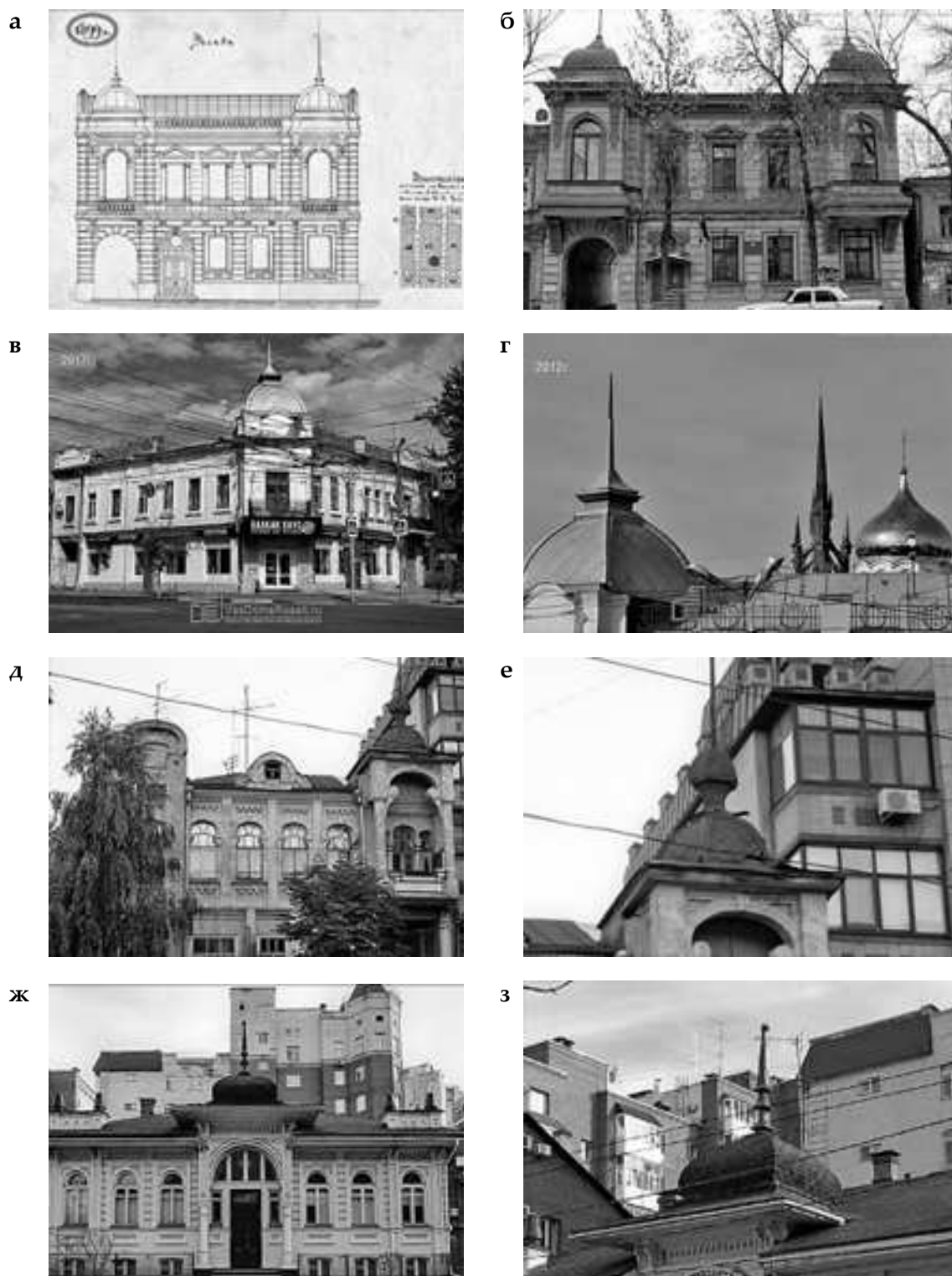


Рис. 2. Полигональные купола Самары (фото с сайтов uarsamara.ru; vsedomarossii.samara.ru; drugoigorod.ru);

- а, б – проект б. особняка Н.Ф. Иванцова и современный вид здания на ул. Фрунзе, 106;
 в, г – б. дом баронесс фон Древиц на ул. Фрунзе, 143 и его примечательный угловой купол;
 д, е – б. дом Либерфорта на ул. Чапаевской, 110 и его полигональный купол с главкой;
 ж, з – б. дом А.А. Кобылкиной на ул. Ульяновской, 51 и его кубоватый купол

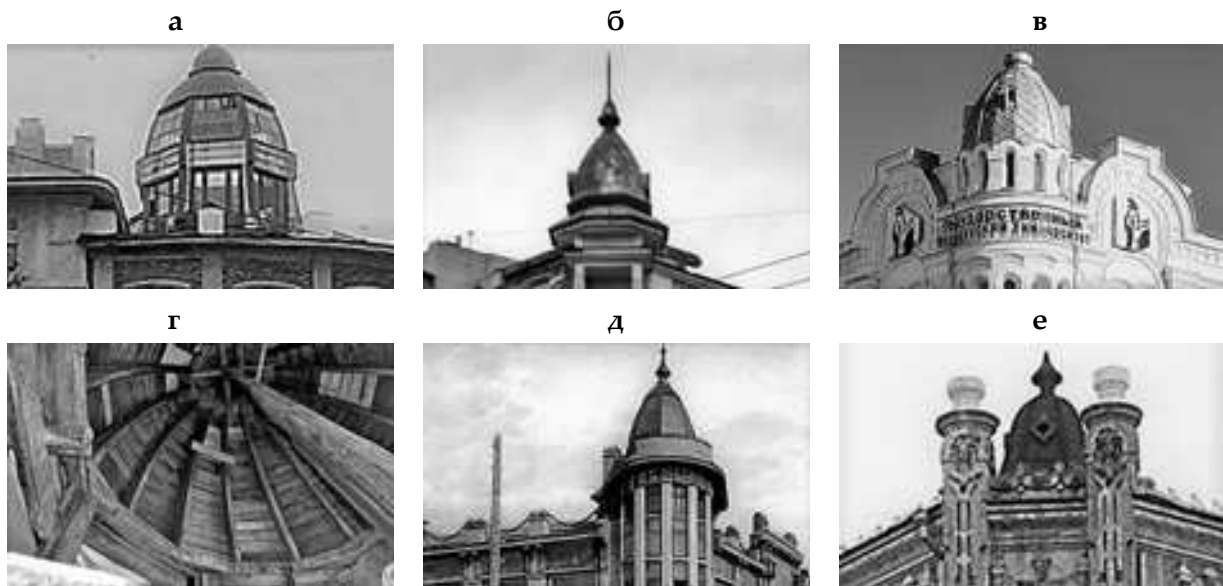


Рис.3. Овальные (параболоидные) и колоколообразный купола Самары (фото с сайта golema.lj.com; drugoigorod.ru; ru.wikivoyage.org; m.vk.com (Н. Маслова); photo.qip.ru; vikus.tourister.ru): а - светопрозрачный купол Дома Общественного собрания (арх. Д.А. Вернер) на ул. Куйбышева,157 до реконструкции; б - овальный «с оборкой» купол на б.доме Портнова на ул. Молодогвардейской, 126; в - овальный купол со слуховыми окнами б. дома Л.П. Сидоровой (арх. Г.Н. Мошков) на ул. Чапаевской,87; г - конструкция купола б. дома Л.П. Сидоровой; д - первоначальный вид овального купола б. дома П.В. Щетинкина (арх. Я. Ушаков-Решетников), утраченный после надстройки здания в 1932 г. на ул. Некрасовской,60/Молодогвардейской,67; е - колоколообразный купол с главкой (вид до реконструкции) б. дома А.Ф. Нуйчева (арх. П.В. Шаманский) на ул. Самарской,149.

ская, 110) (рис. 2, д, е). Почти все купола этого вида увенчаны шпилями. Полигональные купола имеют различные виды изогнутости рёбер в доме Жоголева на ул. Троицкой (Галактионовская, 57), ул. Соборной (Молодогвардейская, 74), ул. Саратовской (Фрунзе, 60), некоторые принимают кубоватую форму, как в бывшем доме А.А. Кобылкиной на ул. Симбирской (Ульяновская, 51) (рис. 2, ж, з). Завершения башен некоторых зданий рационального направления модерна имели пирамидальную форму. Архитектор А.И. фон Гоген простой тетраэдр купола бывшего Крестьянского поземельного банка артикулирует «свесом» его покрытия на верхнюю часть башни, будто натягивая на неё шапку. Доходный дом на ул. Предтеченской (Некрасовская, 57) на угловой башне имеет восьмигранную пирамиду с шариком наверху. Конструкции крыш выполнялись в виде наслонных и висячих деревянных стропил с элементами в виде деревянных шатров, кубов, тонкостенного деревянного купола-оболочки [11].

Наиболее внушительные по высоте купола располагались на больших доходных домах и гражданских зданиях. По форме преимущественно они представляли собой овальные купола, часто со слуховыми окнами или остеклением. Все дома с такими куполами находились на центральных перекрёстках города. Одним из знаменитых куполов такого типа является ребристый светопрозрачный купол,

выполненный из стальных профилей, бывшего Дома Общественного собрания архитектора Д.А. Вернера на ул. Дворянской (Куйбышева, 157) (рис. 3, а). На барабане купола ранее имелись цветные стёкла. Другим примечательным куполом над балконом отмечен бывший Дом Портнова на углу ул. Москательной и Соборной (Молодогвардейская, 126) (рис. 3, б). Визитной карточкой Самары стал купол над бывшим домом Л.П. Сидоровой на углу центральной ул. Панской и ул. Николаевской (Чапаевская, 87) архитектора Г.Н. Мошкова (рис. 3, в, г). Овальный купол с оборкой имел дом П.В. Щетинкина (рис. 3, д). Реже купол приобретал колоколообразный вид с выгнутыми вверх «лепестками» внизу, что наблюдается над крышей бывшего дома А.Ф. Нуйчева на углу улиц Почтовой и Самарской (Самарская, 149) по проекту архитектора П.В. Шаманского (рис. 3, е).

На домах эклектики виды куполов были уникальными по форме, как, например, купол в б. особняке Клодта по проекту арх. А.А. Щербачёва на ул. Дворянской (Куйбышева, 139). В доме сочетался «средневековый» конусообразный купол с вогнутой внутрь боковой поверхностью и псевдорусские палатки в шашечку (рис. 4, а). Конусообразным был купол на фахверковом доме по ул. Саратовской (Фрунзе, 75А). На перестроенном в стиле модерн здании Реального училища по проекту А.И. Балинского на ул. Казанской (А. Толстого, 31) угловой купол нахо-

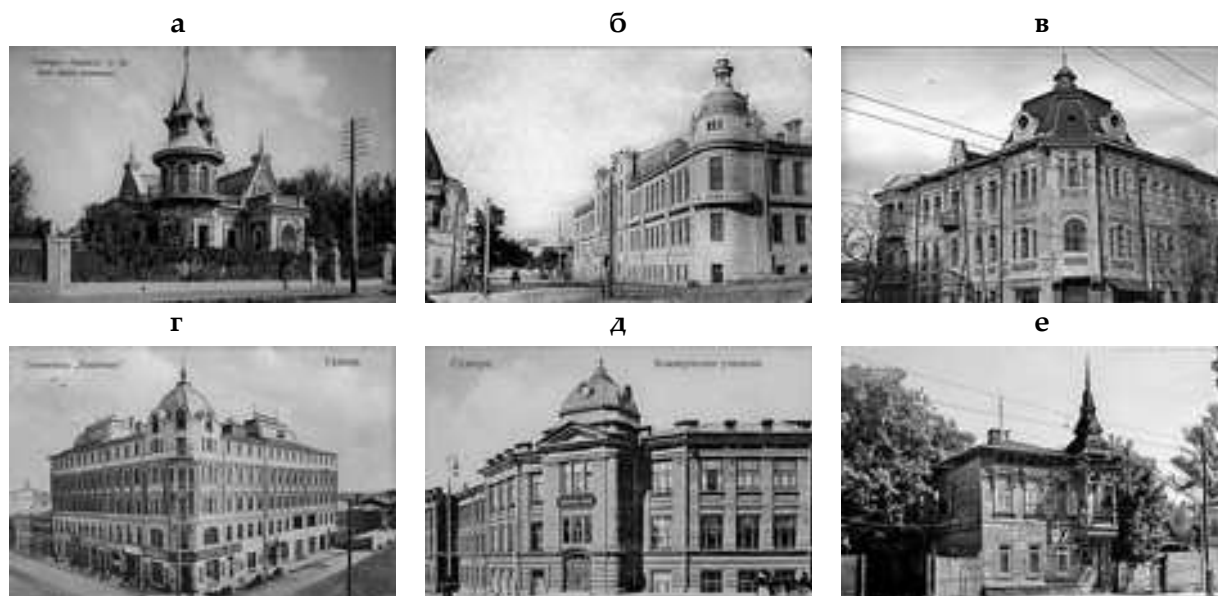


Рис. 4. Единичные по форме городские купола Самары (фото с сайта oldsamara.samgtu.ru; vsedomarossii.samara.ru): а – конический купол на б. особняке Клодта (арх. А.А. Щербачёв) на ул. Куйбышева, 139; б – купол-вазон (утрачен) на здании б. Реального училища (арх.П.В. Шаманский) на ул. А. Толстого, 31; в – вальмовый купол на б. доме М.А. Гринберга (арх. З.В. Клейнерман) на ул. Самарской, 138; г – полигональный, близкий к сферическому купол и лотковые завершения крыши (утрачены) в б.гостинице Националь на ул. Фрунзе, 91; д – вальмовая крыша с люкарнами (утрачена) на здании б. Коммерческого училища (арх. Ф.А. Черноморченко) на ул. Молодогвардейской, 194; е – многоярусная крыша на деревянном здании в стиле модерн на ул. Арцыбушевской, 73

дился над обсерваторией. Купол имел форму перевернутого вазона с небольшой ротондой наверху (ныне утрачен) (рис. 4, б). Определённое влияние архитектуры барокко получили завершения вальмовых купольных крыш с круглыми люкарнами в б. доходном доме М.А. Гринберга на перекрёстке улиц Почтовой и Мечетной (Самарская, 138) по проекту арх. З.В. Клейнермана (рис. 4, в); полигональный купол и приподнятые лотковые своды крыш (ныне утрачены) над угловым входом и вдоль главных фасадов в б. гостинице «Националь» (рис. 4, г) на углу улиц Панской и Саратовской (Фрунзе, 91); вальмовый купол с люкарнами (утрачен при реконструкции 30-х гг.) над зданием б. Коммерческого училища (рис. 4, д) по проекту Ф.А. Черноморченко на перекрёстке улиц Симбирской и Соборной (Молодогвардейская, 194). Некоторые из деревянных зданий, построенных под влиянием стиля модерн, имели многоярусные шатровые купола (Арцыбушевская, 67) (рис. 4, е).

К сожалению, многие из куполов не сохранились. Вероятно, что самые крупные из них имели не только разрушения в течение времени, но и сложности в эксплуатации. Некоторые (как в б. Коммерческом училище, б. доме Щетинкина) были разрушены в результате надстройки зданий для новых нужд. Многие из сохранившихся куполов сегодня утратили первоначальный облик, потеряв слуховые окна, главки (купол в б. доме М.А. Гринберга, в б. доме

А.Ф. Нуйчева). Частично облик куполов нарушен из-за непрофессиональной реставрации. В архитектуре советской Самары влияние архитектуры модерна проявилось в здании Управления железной дороги на Вокзальной (Комсомольской) площади, построенном по проекту арх. П.А. Щербачёва в 1927 – 1928 гг. с группами куполов, выделяющих главный вход и угловые части здания. В целом, до конца 1990-х гг. зданий с куполами не появлялось, вероятно, купола и башни считались дорогостоящими излишествами [13].

Некоторые современные архитекторы, проектирующие в историческом центре, сознательно работают в постмодерне, черпая вдохновение в традициях исторического архитектурного формообразования в Самаре с той или иной степенью интерпретации. И если профессиональная архитектурная общественность не всегда готова воспринять такие эксперименты, то у жителей города эти здания в большинстве своём вызывают симпатию. Есть в осуществлённых зданиях и примеры куполов.

Один из первых примеров – угловой дом на набережной и ул. Ленинградской, 2 (рис. 5, а) с запоминающейся башней неизвестного стиля, поначалу вызвавший критику привыкших к модернизму самарских архитекторов. Но как показало время, историзм – вполне адекватное явление в архитектуре исторического города. Другой дом с куполом (рис.



Рис. 5. Современные самарские башни с куполами (фото с сайта vsedomarossii.samara.ru): а – башня с куполом жилого дома по ул. Максима Горького / Ленинградской, 2; б – купол-«грибок» над башней жилого дома на перекрестке ул. Некрасовской, 55 / Молодогвардейской, 100; в – имитация купольного завершения в виде каркаса модели церкви на углу улиц Арцыбушевской, 76 / Вилоновской, 84; г – реплика исторического «шатра с шариком» по ул. Красноармейской, 75; д – купол-«шляпа» над офисным центром Бэл Плаза на ул. Молодогвардейской, 204; е – вальмовые крыши новостроек «Галерея Атриум» в центральном ядре города на ул. Ленинградской, 66

5, б) появился на месте давнего пустыря на пересечении улиц Некрасовской и Молодогвардейской. Можно спорить о форме, но купол вполне уместен, и по масштабу новый дом вполне вписывается в историческое окружение. На углу улиц Арцыбушевской и Вилоновской, 84 расположено здание, где роль купола играет осуществлённый в виде башенки каркас церковки с луковкой. Неожиданная, несколько спорная интерпретация, но угловой ориентир создан и вполне узнаваемый (рис. 5, в). Образно-смысловой прототип старого доходного дома в стиле модерн по ул. Некрасовской, 57 угадывается в шатровом завершении башни жилого дома с банком на ул. Красноармейской, 75 (рис. 5, г). Преувеличенной по масштабу купольной «шляпой» облегчённой конструкции в духе вентуриевского «здания-утки», полюбившейся жителям ближайшей округи, завершён верх офисного центра Бэл Плаза (рис. 5, д).

Самым спорным современным зданием, построенным в начале 2000-х, пожалуй, является здание универмага «Галерея Атриум» по проекту итальянских архитекторов на углу центральных улиц Ленинградской и Молодогвардейской, хотя бы потому, что исторически такого здания никогда там не было (рис. 5, е). Барочная вальмовая крыша с окнами несколько грузна и не соответствует масштабу соседних уличных зданий. Странен и выбор назначения здания, ведь универмагов на построенном участке, как минимум, три. Вероятно, «Галерею Атриум» можно считать вентуриевским «зданием-сараем»,

привыкнуть к которому представляется вопросом времени. Иногда новые купола почти не видны с пешеходного уровня. Только с верхних этажей соседних зданий можно рассмотреть купол-«блюдец» с башенкой и шпилем над жилым домом «Связьбанка» по ул. Ульяновской, 45 / Садовой, 221. Тем не менее все новостройки с купольными завершениями в историческом центре Самары обладают образно-смысловым значением и являются уличными ориентирами.

Дома с куполами размещены не только на центральных улицах. Напротив знаменитого здания с куполами Управления железной дороги в 2001 г. появился новый самарский вокзал с характерным куполом-полусферой и шпилем, вызвавшим множество образных ассоциаций у горожан и гостей города. Снаружи купол имеет балкон – смотровую площадку, под куполом расположен зимний сад. В 2004 г. на спуске к набережной был построен жилой комплекс «Ладья» из трёх разновысотных башен с шлемовидными полусферическими куполами со шпилями и запоминающимся образом. Внутри так называемого Европейского квартала построена высотка Бест хаус с «разобранном» в духе деконструктивизма куполом-завершением (ул. Вилоновская, 18А). В 2009 г. возведено одно из самых высоких зданий Самары 106-метровый торгово-офисный центр «Вертикаль» с «перевернутым» куполом-«коронаой». В 2012 г. на новом офисе Поволжского отделения Сбербанка России (ул. Новосадовая, 307А) был установлен каркас-

ный металлический купол в виде усечённого конуса со шпилем. Таким образом, традиции купольного формообразования сохраняются и в модернизированном варианте.

Выводы. 1. Купола самарских жилых и гражданских зданий эпохи модерна и эклектики начала XX в. несмотря на своё многообразие и уникальность имеют некоторые типические черты. Прежде всего, это особенности размещения на важнейших городских перекрёстках в качестве городских доминант, а также на некоторых участках улиц (локальные доминанты).

2. По формальному признаку виды куполов могут быть поделены на шлемовидные полусферические, овальные, полигональные и абсолютно уникальные (единичные). Все исторические купола Самары имеют запоминающийся образ, играют главную роль во фронтальной и объёмно-пространственной композиции зданий.

3. Купола жилых и гражданских зданий Самары начала XX в. имеют небольшие размеры, конструкции их в большинстве своём выполнены в виде деревянных стропил-журавцов, реже как деревянная купол-оболочка или ребристая светопрозрачная конструкция, сделанная из стальных профилей.

4. Купола обладают образно-смысловым значением, некоторые особенности самарских куполов продолжают трансформироваться в современных постройках [14].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головкин К.П. Архитектурная Самара // Вся Самара. 1925 г.: адресно-справочная книга. Самара: Полиграфпром, 1925. С. 44–46.
2. Памятники русской архитектуры и монументального зодчества. Стили, атрибуции, датировки / ред. коллегия А.И. Власюк, В.П. Выготов (отв. ред.), В.И. Плужников. М.: Наука, 1983. 259 с.
3. Киреева Т.В. Архитектура зданий коммерческого образования Российской Империи: монография. Н. Новгород: ННГАСУ, 2014. 166 с.
4. Каркарьян В.Г. Модерн в архитектуре Самары. Самара: Агни, 2006. 336 с.
5. Каркарьян В.Г. Самара – Куйбышев – Самара или Три портрета одного города / СГАСУ. Самара, 2004. 472 с.

Об авторе:

КОТЕНКО Ирина Александровна

кандидат архитектуры, доцент кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194
E-mail: urban64@inbox.ru

6. От Модерна до Авангарда. Самарский художественный музей / Сост. А.Я. Басс. М.: Галарт, 1995. 183 с.

7. Борисова Е.А., Стернин Г.Ю. Русский модерн. М.: РИП-Холдинг, 2014. 351 с.

8. Волга от Твери до Астрахани. СПб., 1862. 250 с.

9. Самарец (календарь для г. Самары и Самарской губернии на 1888 г.). Самара, 1888. 30 с.

10. Россия. Полное географическое описание нашего отечества: настольная и дорожная книга для русских людей / под. ред. В.Семёнова. Т.6. Среднее и Нижнее Поволжье и Заволжье. СПб. 1901. 146 с.

11. Третьяков Н.В. Конструктивные особенности зданий, возведённых в Самаре в конце XIX – начале XX века // Градостроительство и архитектура. 2016. №4(25). С.23–29. DOI:10.17673/Vestnik.2016.04.4.

12. Самара губернская (160 лет в зеркале архитектуры). Самара: ООО «Книга», 2011. 297 с.

13. Котенко И.А., Сержантова А.В., Харитонова А.С. История создания первого градостроительного ансамбля Самарской площади // Градостроительство и архитектура. 2015. №3 (20). С.41–46. DOI:10.17673/Vestnik.2015.03.5.

14. Стадников В.Э., Фёдоров О.А. 81 Архитектурный шедевр: Самара. Путеводитель по современной архитектуре. М.: Жираф, 2006. 264 с.

KOTENKO Irina A.

Ph.D. in Architecture, the Associate Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University, Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
E-mail: urban64@inbox.ru

Для цитирования: Котенко И.А. Своеобразие форм куполов архитектуры модерна и эклектики Самары начала XX века // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 122–129. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.21.

For citation: Kotenko I.A. The singularity of the dome's art nouveau architecture and eclecticism of the early 20th century // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 122–129. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.21.

Н.А. ЛЕКАРЕВА
А.Ю. ЗАСЛАВСКАЯ

НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГОРОДСКИХ ПУБЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ

NEW MEANING OF URBAN PUBLIC SPACES

Рассматриваются проблемы реновации городских общественных пространств современных мегаполисов с помощью внедрения новых функций, более активного включения транспортной инфраструктуры в процесс проектирования с целью привлечения масс посетителей. Приводятся положительные примеры такого комплексного подхода в зарубежных проектах. Поднимаются вопросы технически и эстетически грамотного озеленения крупных городов. Приводятся данные учета объемов озеленения города Самары, сопоставляются с общепринятыми нормативами озеленения. Показаны недостатки отечественной практики точечного озеленения мегаполисов и методы решения экологических и других проблем с помощью ландшафтного проектирования на примере Самары.

Ключевые слова: мегаполис, общественное пространство, реновация, зеленые насаждения

Успех новых общественных пространств, формирующихся в современных мегаполисах, напрямую зависит от их способности трансформироваться и развиваться в соответствии с постоянно меняющимся городским контекстом, приспосабливаясь к сезонным изменениям и прогнозируя эстетические тенденции. Одной из ключевых характеристик, трансформирующих общественные городские пространства сегодня, является инфраструктура. Реновация городских транспортных развязок, внедрение новых видов транспорта могут полностью изменить динамику, а также образное и смысловое содержание общественного пространства. Примеров такой масштабной трансформации довольно много в Европе, Америке и таких крупных мегаполисах нашей страны, как Москва, Санкт-Петербург.

В свете проведенного Чемпионата мира по футболу эти изменения в полной мере коснулись и Самары. В процессе реновации общественных пространств необходимо соблюдать не только урбанистические, эргономические и эстетические нормы, но также учитывать ментальный контекст города [1]. Так, удачным примером реконструкции публичного пространства исторического центра Иерусалима (Израиль) является внедрение трамвайных маршрутов, а также пешеходного моста «Арфа Давида» архитектора Сантьяго Калатрава, построенного в 2008 г. [2]. Эти проектные решения являются деликатными

The problems of renovation of urban public spaces of modern megacities are considered with the introduction of new functions and more active inclusion of transport infrastructure in the design process in order to attract the visitors. Positive examples of such an integrated approach in foreign projects are given. Questions of technically and aesthetically competent landscaping of large cities are being raised. The data of the accounting of the volumes of landscaping of the city of Samara are given, they are compared with the generally accepted standards of gardening. The shortcomings of the domestic practice of point-like landscaping of megacities and methods for solving environmental and other problems with the help of landscape design are exemplified by the example of Samara.

Keywords: megacity, public space, renovation, green areas

и уважительными по отношению к сложившейся среде исторического города и в то же время вносят динамику в современный контекст. Другим интересным примером, активно внедряющим в концепцию формирования публичного пространства транспорт, является проект 2016 г. «С-площадь» в г. Калгари (Канада), разработанный архитектурным бюро The Marc Boutin Architectural Collaborative (рис. 1).

В этом проекте изменение маршрута движения городской электрички позволило создать новое динамичное пространство, задействовав потоки людей, пользующихся общественным транспортом, вовлекая их в социальное взаимодействие, тем самым стимулируя формирование новых коммуникативных процессов в данном месте. Сегодня этот проект демонстрирует эволюцию ядра города, завтра он наполнится деталями и характеристиками, которыми его наделят жители города, и станет уже другим, новым местом, соответствующим контексту и времени [3]. Поэтому архитекторы предусмотрели различные сценарии дальнейшего развития этого публичного пространства в зависимости от смены сезонов, времени суток и т. д., которые представлены в объемных моделях (рис. 2).

Другим вектором реновации городских общественных пространств является оптимизация системы зеленых насаждений города, повышение их эффективности, которые возможны только в общем



Рис.1. «С-площадь» в Калгари, Канада

градостроительном процессе формирования экологической инфраструктуры мегаполиса. Основной частью этой инфраструктуры должна быть система зеленых насаждений общественного пользования и акваторий. Это предопределено необходимостью формирования защиты от загрязнения воздуха, воды, почвы [4].

В современном мегаполисе экологическая сторона урбанизации связана с градостроительной категорией – плотностью. «Ландшафтная» концепция формирования структуры озеленения современного города на примере Самары предполагает повышение пространственной плотности зеленых насаждений: на открытых пространствах, в зданиях, на крышах, на вертикальных поверхностях. Основной акцент делается на создание новых публичных пространств, а также небольших озелененных пространств в жилых дворах на свободных от застройки территориях. В связи с ростом мегаполиса прибавилась необходимость организации мест массового отдыха населения в пригородных зеленых зонах, формирования «экологического ареала» города [5].

Несмотря на некоторые положительные сдвиги в благоустройстве Самары, экологическое состояние остается напряженным и ухудшается за счет ряда факторов: роста выбросов автотранспорта, снижения качества воды из-за износа систем водопровода и канализации, наличия неорганизованных сва-

лок, а также утраты значительной части природных ландшафтов и акваторий. Существующая практика озеленения Самары осуществляется бессистемно и характеризуется низкими качественными и количественными показателями. За счет практики уплотнения уже застроенных территорий происходит не приращение, а постоянное сокращение озелененных территорий. Природные растительные сообщества значительно вытесняются из городской среды, сокращаются их площади, снижается уровень биологической отдачи растений. Вопросы компенсации сокращения массивов городского озеленения могут решаться за счет качественной реновации существующих фрагментов благоустройства городской среды. Примером подобной трансформации публичного пространства является проект Ателье Пьера Тибальта в Квебеке (рис. 3).

Архитекторами была разработана конструкция, являющаяся метафорической интерпретацией снежного айсберга, который, подобно леднику, обволакивает существующие деревья. Для сооружения «снежной» конструкции не удалили ни одного дерева, а наоборот, эстетические качества каждого растения дополнили пространственную городскую структуру, которая используется для сидения, прогулок и отдыха под кроной листьев [3]. Такое деликатное отношение к сложившимся «островкам» озеленения в городской структуре является по сути простейшим

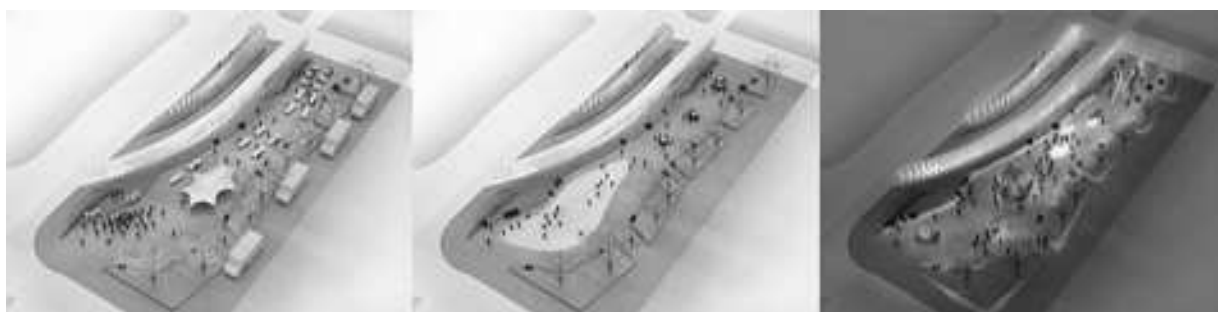


Рис. 2. Сценарии трансформации общественного пространства («С-площадь» в Калгари, Канада)

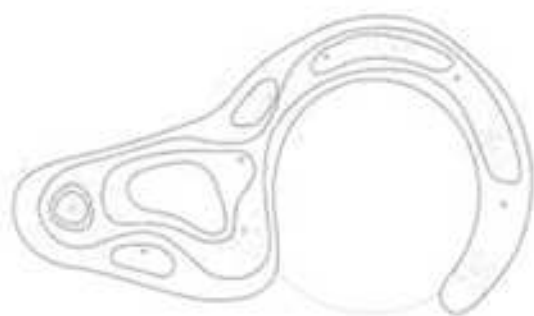


Рис. 3. Ателье Пьера Тибальта «Общественное пешеходное пространство в Квебеке», Канада

методом реновации общественного пространства мегаполиса без нарушения экологических характеристик места и снижения показателей уровня обеспеченности горожан необходимым озеленением [6].

Несмотря на то, что средняя обеспеченность населения зелеными насаждениями в Самаре с учетом лесных массивов $97 \text{ м}^2/\text{чел.}$, насаждений общего пользования только $4 \text{ м}^2/\text{чел.}$, что ниже действующих норм более чем в два раза (минимальная норма $10 \text{ м}^2/\text{чел.}$) (см. таблицу). Объекты озеленения общего пользования расположены дисперсно и весьма

неравномерно, без соблюдения нормативных требований. Довольно высокая норма обеспеченности зелеными насаждениями – 97 м^2 на человека в основном обеспечивается неблагоустроенными лесными массивами в Красноглинском районе города, а также на правобережье Волги, которые не могут повысить комфортность среды города. Существующее озеленение общественного назначения, представленное парками, скверами, набережными и бульварами, явно не обеспечивает потребности такого огромного города [7].

Расчет параметров озеленения общего пользования по районам города Самары

Показатель	Всего по городу		По административным районам, $\text{м}^2/\text{чел.}$								
			Куйбышевский	Самарский	Ленинский	Октябрьский	Железнодорожный	Советский	Промышленный	Кировский	Красноглинский
	га	$\text{м}^2/\text{чел.}$									
Существующее озеленение территорий общего пользования	468,0	4	2,5	2,5	7,5	10,4	1,5	2	4,5	3	4
Расчетная площадь озеленения общего пользования (по нормат.)	1150,9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Дефицит озеленения общего пользования	682,9	6	7,5	7,5	2,5	–	8,5	8	5,5	7	6
Возможная компенсация дефицита озеленения общего пользования: – за счет городских лесов	332,2	2,8	5	–	–	–	–	–	5	5	5
– за счет естествен. ландшафтов	257,3	2,2	2,5	5	2,5	–	5	5	10	2	1
Озеленение территорий специального назначения (не норм.)	644,6	6	2	7	1	7			3,5	8,5	27
Существующие городские леса	11215,4	97	65	263,5	20	48	–	8	8	79,5	845
Неокультуренный ландшафт	7772,3	68	257	207	48,5	68	10,5	87	18	37	231



Рис. 4. Таренскэйп «Парк красной ленты», Китай, 2007

Особенно низкие показатели в Железнодорожном районе – $1,5 \text{ м}^2$ общественной зелени на человека, в Советском – 2 м^2 , в Куйбышевском и Самарском районах – по $2,5 \text{ м}^2$ на человека! Это почти на порядок меньше требуемых нормативных показателей озеленения. В Железнодорожном районе из публичных рекреационных пространств действует только один небольшой парк им. Щорса [8] и несколько скверов при общей площади района в 1704 га и численности населения 103 тыс. человек. Показатель степени внедрения городского озеленения в этом районе очень низкий – 8,9 % при норме 40 %. Тогда как озеленение «естественных», т.е. неблагоустроенных ландшафтов Железнодорожного района составляет более 10 м^2 на человека, следовательно, район имеет небольшие резервы по озеленению. В Куйбышевском районе резервы для повышения показателя озеленения общего пользования значительно выше. В районе на одного жителя приходится 257 м^2 «естественных неблагоустроенных ландшафтов» и 65 м^2 городских лесов! [9] При таком потенциале не надо искать резервы для организации новых парков, достаточно заняться реновацией действующих. Существуют методы деликатного внедрения в природную среду, без нарушения сложившегося экологического баланса, но, в то же время, с применением дизайн-технологий, позволяющих увеличить количество людей, взаимодействующих с природой [6].

Интересным проектом с точки зрения сохранения природы в первозданном виде является так называемый «Парк красной ленты» архитектурной группы Таренскэйп в Китае (рис. 4). Здесь пешеходный маршрут длиной в 500 м позволяет посетителям наслаждаться природой и находиться в непосредственной к ней близости, оставаясь «в чистой обуви» [3]. Таким образом, решается вопрос доступности лесопарковых территорий для жителей мегаполиса.

Однако надо отметить, что в России в расчете доформирования озеленения общего пользования за счет городских лесов есть ограничения. Согласно СНИП 2.07.01-89* в крупнейших, крупных и больших

городах существующие массивы городских лесов следует преобразовывать в городские лесопарки и относить их дополнительно к озелененным территориям общего пользования исходя из расчета не более $5 \text{ м}^2/\text{чел.}$

В Самарском районе – подобная картина: практически все озеленение сосредоточено в лесных массивах и на участках естественного ландшафта, не пригодного для общественного использования. Все перечисленные районы прилегают к акватории реки Самары и имеют неплохие перспективы по реновации ландшафта в случае формирования новых набережных [10].

Не намного лучше обстоят дела с озеленением публичных пространств в Кировском районе, где на человека приходится 3 м^2 , а также в Красноглинском (4 м^2) и Промышленном ($4,5 \text{ м}^2$) районах. Норматив по озеленению общего пользования занижен здесь в три раза. Единичные парки в этих районах не спасают положения, поскольку не связаны бульварами и скверами в единую систему. Набережные здесь отсутствуют, хотя все районы имеют выход к Волге. Для повышения комфортности данных городских территорий необходимо значительную часть так называемых «естественных ландшафтов» перевести в разряд культурных и сделать их новыми общедоступными озелененными общественными пространствами [11].

Вывод. Сопоставляя проекты реновации общественных пространств, представленные в зарубежной практике, с ситуацией в нашем городе, мы видим, к сожалению, что Самара пока проигрывает. Представляется очевидным недостаточное внимание участников проектирования к существующему контексту, экологическим и ментальным характеристикам места. Сегодня становится очевидным, что для процветания современного мегаполиса необходимо создание общественных пространств нового типа, экологически чистых, функциональных, наделенных собственным сценарием развития и трансформации в зависимости от меняющегося городского контекста. Необходимо повысить каче-

ство публичных пространств, в том числе учитывать актуальность и качество озеленения. Сегодня именно качество посадочного материала, его уместность и соответствие архитектуре городской среды являются залогом успешного существования общественных территорий мегаполиса. Удачные проектные решения являются совокупностью грамотного учета нескольких факторов, таких как наличие сценария – концепции, формирующей так называемый «дух места», включение инфраструктуры в функциональный сценарий, активное применение озеленения и архитектурного света.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заславская А.Ю. Реновация публичных пространств в городской среде // Устойчивое развитие городской среды: сборник статей. Самара: АСИ СамГТУ, 2016. С.14–17.

2. Заславская А.Ю. Эволюция органической архитектуры // Архитектон: новости вузов. 2007. № 196. С. 3.

3. <http://www.archdaily.com> (дата обращения: 16.03.2018).

4. Заславская А.Ю. Дизайн-технологии формирования эстетически сбалансированной городской среды с учетом исторического контекста // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР/ под ред. М.И. Бальзанникова, Н.Г. Чумаченко; СГАСУ. Самара, 2014. С. 466–467.

5. Вавилова Т.Я. Международный опыт реабилитации депрессивных жилых территорий в интересах устойчивого развития // Архитектон: известия вузов. 2015. № 49. С. 4.

6. Лекарева Н.А. Взаимодействие города с природой // Innovative Project. 2016. Т. 1. № 1. С. 48–50.

7. Лекарева Н.А. Ландшафтная архитектура и дизайн. Единство и многообразие / СГАСУ. Самара, 2011. 248 с.

8. Лекарева Н.А. Современные тенденции дизайн-реабилитации парков советского периода. Устойчивое развитие городской среды: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, Е.А. Ахмедовой, Е.Г. Вышкина, Ф. Свитала; АСИ СамГТУ. Самара, 2016. С. 18–21.

9. Лекарева Н.А., Заславская А.Ю. Территориально-пространственные ресурсы. Градостроительные стратегии города. LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, 2014. 97 с.

10. Ахмедова Е.А. Современный генеральный план города и возможности его реализации в условиях рынка // Промышленное и гражданское строительство. 2010. №8. С. 6–10.

11. Степанова М.А. Формирование ландшафтно-экологического каркаса (ЛЭК) городов // Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конф. Тамбов, 2014. С. 137–139.

Об авторах:

ЛЕКАРЕВА Нина Афанасьевна

кандидат архитектуры, профессор кафедры градостроительства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-05
E-mail: nalec1950@bk.ru

LEKAREVA Nina A.

PhD in Architecture, Professor of the Town Planning Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-05
E-mail: nalec1950@bk.ru

ЗАСЛАВСКАЯ Анна Юрьевна

кандидат архитектуры, доцент кафедры дизайна Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-67
E-mail: polidesign@mail.ru

ZASLAVSKAYA Anna Yu.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Design Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-67
E-mail: polidesign@mail.ru

Для цитирования: 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.

For citation: Lekareva N.A., Zaslavskaya A.Yu. New Meaning of Urban Public Spaces // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 130-134. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.22.

Т.В. ФИЛАНОВА
Ю.С. ПАВЛОВА

ЭВОЛЮЦИЯ ЖИЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ ВНЕШНЕЙ ЖИЛОЙ СРЕДЫ В САМАРЕ

EVOLUTION OF RESIDENTIAL ELEMENTS AND PUBLIC SPACES OF THE EXTERNAL LIVING ENVIRONMENT IN SAMARA

В статье поднимается проблема несоответствия качества внешней жилой среды локального уровня современным потребностям горожан и проблема формализации подхода к преобразованию общественных пространств жилой среды. Поиск решений предлагается вести исходя из индивидуальных особенностей элементов жилой среды города и специфики локальных общественных пространств в них. Важным фактором при выборе мероприятий по преобразованию локальных общественных пространств является изучение исторической глубины и степени «центральности» территорий. Рассматривается эволюция жилых кварталов с позиции сформированных в них общественных пространств. Выявлена типология жилых ячеек и общественных пространств в процессе формирования и на современном этапе. Проанализированные типы планировочной структуры жилых элементов городской среды в Самаре в хронологической последовательности с момента появления первого регулярного плана города и по настоящее время.

Ключевые слова: город, внешняя жилая среда, городской центр, общественные пространства общегородского значения, локальные общественные пространства, двор и улица, дворовые пространства, жилые элементы

В городах и регионах России возрастает потребность в формировании качественной внешней жилой среды, об этом свидетельствуют многочисленные исследования, проводимые на протяжении ряда лет архитекторами, градостроителями, социологами и другими специалистами. Так, социально-градостроительные исследования, включающие опрос жителей муниципальных образований Самарской области, проведенные в 2016–2017 гг. институтом «ТеррНИИГражданпроект», показали, что в иерархии проблем места жительства на первом месте стоит проблема «плохое благоустройство, грязь, плохие дороги» – ее ощущают более 40 % опрошенных жителей городских округов. Для жителей Тольятти наиболее актуально проведение следующих мероприятий в районе проживания: благоустройство дворов, строительство детских и спортивных площадок – это мероприятие как первоочередное отметили 60,5 % опрошенных горожан; создание общественной зеленой зоны в районе – 47,2 %; озелене-

The article deals with the problem of the discrepancy between the quality of the external residential environment of the local level and the current needs of the townspeople and the problem of formalizing the approach to the transformation of public spaces of the residential environment. The search for solutions is proposed to be based on individual features of the elements of the residential environment of the city and the specifics of local public spaces in them. An important factor in choosing measures for the transformation of local public spaces (LPS) is the study of the historical background and degree of «centrality» of the territories. The evolution of residential quarters from the position of public spaces formed in them is considered. The typology of residential cells and public spaces in the process of formation and at the present stage is revealed. The types of planning structure of residential elements of the urban environment in Samara are analyzed in chronological order from the time of the first regular city plan to the present.

Keywords: city, external living environment, urban center, public spaces of city significance, local public spaces, yard and street, yard spaces, residential elements

ние улиц и дворов – 43,4 %. В Самаре на первое место вышла необходимость мероприятий по ремонту дорог, на второе – по обеспечению достаточного количества парковочных мест; благоустройство дворов, строительство детских площадок заняло по значимости третье место – необходимость этого мероприятия отметили 40,2 % опрошенных жителей Самары [1].

Как показывает практика, в Самаре на сегодняшний день приоритеты очередности реконструкции и благоустройства городских пространств расставлены таким образом, что внимание уделяется, по большей части, крупным общественным пространствам общегородского значения, в то время как общественные пространства местного значения, такие как дворовые территории, небольшие скверы и пешеходные зоны в жилой среде, часто игнорируются. Если внимание властей и доходит до этих пространств, то мероприятия сводятся к механической установке оборудования на детских и спортивных площадках,

к минимальному благоустройству без учета местных особенностей, индивидуальности среды, потребностей сообщества. Такой подход к качеству внешней жилой среды приводит к тому, что локальные общественные пространства (ЛОП) выполняют лишь транзитную функцию, а потому не вызывают у горожан интереса, ощущения собственной причастности к городской жизни, не воспринимаются жителями как «свое» пространство.

В последние годы проблема нашла отклик у властей как на федеральном, так и на региональном уровне. В 2017 г. по инициативе Президента РФ во всех регионах России стартовал приоритетный проект «Формирование комфортной городской среды», в котором важным фактором для принятия проектов по благоустройству общественных пространств и дворовых территорий является мнение жителей [2]. В рамках проекта разрабатываются и реализуются программы благоустройства и на территории Самарской области при поддержке губернатора. В январе 2018 г. запущен интернет-портал «Формирование комфортной городской среды», содержащий основную информацию о проектах по благоустройству и предоставляющий возможность участия жителей города в выборе этих проектов для реализации из федерального бюджета [3]. Сейчас важно не допустить формализации и механистичности подхода к этому вопросу, выработать стратегию преобразования внешней жилой среды, основанную на индивидуальном подходе и учете особенностей жилой среды и реальной жизнедеятельности горожан.

Чтобы лучше понимать, как следует проводить работу по преобразованию, реконструкции и новому проектированию общественных пространств локального уровня, нужно выявить особенности элементов сложившейся городской среды. Эти особенности появились в результате долгого исторического процесса развития жилой среды города и его застройки. На примере Самары, крупнейшего исторически сложившегося города, проследим взаимосвязь жилищного строительства и событий, происходящих в политической, социальной и культурной сфере, и на этой основе выявим типологию локальных общественных пространств в разных зонах города.

Требования к качеству внутренней и внешней жилой среды возрастали по мере развития общества, повышения уровня социально-экономического развития страны, изменения образа жизни и мышления населения. Социокультурные изменения на протяжении XX в. приводили к изменению представления об устройстве и функционировании внешней жилой среды, поэтому любой исторически сложившийся город несет на себе отпечатки всех этапов его развития, жилая среда становится крайне дифференцированной по характеру застройки, типам планировочной организации кварталов, функциональной насыщенности (рис. 1) [4]. Обществен-

ное пространство (ОП) в процессе развития города, в свою очередь, развивается и дифференцируется на ОП общегородского значения, которое формируется в историческом центре города и транслируется на периферийные районы вдоль крупных городских магистралей (рис. 2), и локальные ОП, которые складываются в жилых образованиях [5, 6].

В 1782 г. был разработан генеральный план Самары, согласно которому территория к северо-востоку от крепости застраивалась прямоугольными кварталами размером 256x128 м. На данном этапе развития города можно выделить два основных элемента внешней жилой среды – двор и улица. Пространство квартала разбито на частные дворовые владения, отделенные периметральной застройкой от улицы и связанные с ней через арки в первых этажах зданий или проходы между ними. В то время как пространство двора имело приватный характер и выполняло хозяйственную функцию, улица служила не только для передвижения, но и являлась общественным пространством, насыщенным объектами обслуживания [6–8].

Вплоть до конца XIX в. ситуация в центральной части города кардинально не менялась, происходило лишь уплотнение жилой застройки в существующих границах кварталов, все больше возрастала разница между частным пространством двора и общественным пространствам улицы. На сегодняшний день многие исторические кварталы перестраиваются, еще сильнее уплотняются новой застройкой, меняются границы домовладений, но в сохраненных кварталах кардинальных изменений в назначении дворовых пространств не происходит [6, 8].

С 60-х гг. XIX в. значительно увеличивается численность населения города. Такие количественные изменения связаны в первую очередь с проведением Крестьянской реформы 1861 г. В этот период за границами регулярной застройки Самары начинают строиться частные жилые дома, формируются рабочие поселки. Со временем в них возникают свои локальные центры, включающие в себя минимальный набор обслуживающих функций [8, 9].

В первые десятилетия XX в. формируются рабочие поселки, удаленные от города (пос. Лейтенанта Шмидта, Зубчаниновка, Яблонька и др.). Частная застройка этого периода и сегодня качественно остается неизменной и требует мероприятий, направленных на коренные преобразования планировочной структуры, развитие общественных пространств, организацию буферных зон, связывающих структуру частной застройки с городским каркасом.

В 30-40-х гг. XX в. в районе ст. Безымянка формируется Вторая улица Безымянки (современная улица Победы), одна из девяти параллельных железной дороге улиц. Застройка этих двух десятилетий представлена кварталами с периметральной 2–3-этажной жилой застройкой, с административными зданиями, заглубленными от красной линии внутрь квар-

талов. Внутренние проезды делят квартал на дворы, в центре которых расположены, как правило, сооружения хозяйственно-бытового назначения. Несмотря на то, что дворовые территории носят общественный характер, в них, по аналогии с историческими кварталами, располагаются частные подсобные сооружения (гаражи, сараи, кладовые). Такое явление говорит о том, что на данном этапе развития внешней жилой среды осуществлялся переход от частного пространства к коллективному [7].

Победа в Великой Отечественной войне повлекла за собой изменения требований к жилищу. Народ-победитель испытывал острую потребность в повышении уровня жизни, улучшении бытовых условий. В начале 50-х гг. становится очевидно, что существующие технологии строительства и методы проектирования ни к какой мере не удовлетворяют потребностям населения. В последующие десятилетия в северо-западной части Безымянки на ул. Победы строятся более крупные, по сравнению с довоенным строительством, кварталы. Возрастает этажность застройки – 4–6-этажные дома в кварталах 40-50-х гг. расположены симметрично относительно перпендикулярной к главной улице оси, формируются ансамбли так называемой «сталинской» застройки. Для жилых кварталов этих десятилетий характерно включение общественных пространств – скверов, примыкающих к улицам общегородского или районного значения. В отличие от застройки предыдущих десятилетий здания отнесены на большее расстояние от проезжей части улицы, тротуары расширены, на улице появляется больше озеленения. Внутри кварталов все реже встречаются постройки хозяйственного назначения, что говорит об укреплении коллективного характера дворовых пространств [6, 9].

Обеспечение населения жильем, качественно отличавшимся от существующего жилого фонда, стало первостепенной задачей нового руководства страны, пришедшего к власти после смерти И.В. Сталина. В 1961 г. Мосгорисполкомом принято решение сформировать крупнейшее в мире предприятие по строительству жилья – Домостроительный комбинат №1. Массовое жилищное строительство перевернуло привычные представления о городской среде [10]. В начале 60-х гг. продолжается освоение периферийных территорий Самары – современных Кировского и Советского районов. В это время на ул. Аэродромной появляются первые микрорайоны, застроенные пятиэтажными крупнопанельными домами. Для нового элемента жилой среды – микрорайона – характерна как строчная застройка, так и частичная периметральная с заглублением отдельных жилых домов относительно красной линии. Размещение зданий на территории квартала основано на соблюдении минимальных инсоляционных и противопожарных разрывов, гигиенических требований, поэтому дома равномерно распределены

по территории квартала, многие из них повернуты торцами к улице. При таком расположении зданий проблематично расположение объектов обслуживания в первых этажах, а территории, примыкающие к пешеходной части улицы, остаются неосвоенными [9, 11, 12].

Установка на укрупнение квартала и повышение этажности застройки привела в конце 60-х гг. к становлению микрорайона как основного жилого элемента города. Формируются цельные самостоятельные элементы городской среды, имеющие в составе помимо жилья необходимый набор обслуживающих функций – поликлиники, школы, детские сады, магазины и другие объекты, рассчитанные по СНиПам. Делается упор на нормативные документы, разработанные как раз в этот период, однако необходимые элементы жилой среды при этом видоизменяются либо утрачиваются. Двор в микрорайонной застройке со временем перестал являться продолжением собственно жилища, переходным пространством между домом и городом, как он трактовался изначально, потому утратил свою главную социальную функцию – общение, утратил человеческий масштаб и индивидуальную «историю места», а в некоторых микрорайонах исчез совсем. Вместе с ним исчезла и улица в привычном ее понимании, а значит – исчезла дифференциация функций и поведения в различных элементах жилой среды [6, 8, 11].

В 60-е гг. в Самаре начинается строительство первого из Мичуринских микрорайонов (сейчас его называют Четвертый микрорайон). Застройка участка в границах улиц Осипенко, Ново-Садовой, Северо-Восточной магистрали, Лесной, который до 1923 г. занимал Николаевский мужской монастырь, началась с возведения панельных 9-этажных домов на углу улиц Ново-Садовой и Осипенко. Несколько лет спустя были построены три 16-этажных дома, которые и по сей день участвуют в формировании панорамы, воспринимаемой с р. Волги. В отличие от микрорайонов, построенных на периферии города, кварталы и микрорайоны, запроектированные на границе исторической застройки, в непосредственной близости к зонам рекреации и объектам культурного назначения, представлены большей площадью благоустроенных пешеходных пространств, связывающих общественные пространства общегородского значения. Торговые объекты организованы как отдельно стоящие здания [9, 13, 14].

В 70-е гг. на северо-востоке города появляются многоэтажные микрорайоны, занимающие огромные межмагистральные территории – пересечения Московского шоссе и улиц 22 Партсъезда, Ново-Вокзальной, проспекта Кирова, Георгия Димитрова. Новые жилые образования представляют собой самостоятельные автономные жилые единицы, включающие в себя набор общественных функций – школы, детские сады, учреждения среднего профессионального образования, поликлиники, магазины и другие



Рис. 1. Схема этапов формирования жилой застройки Самары

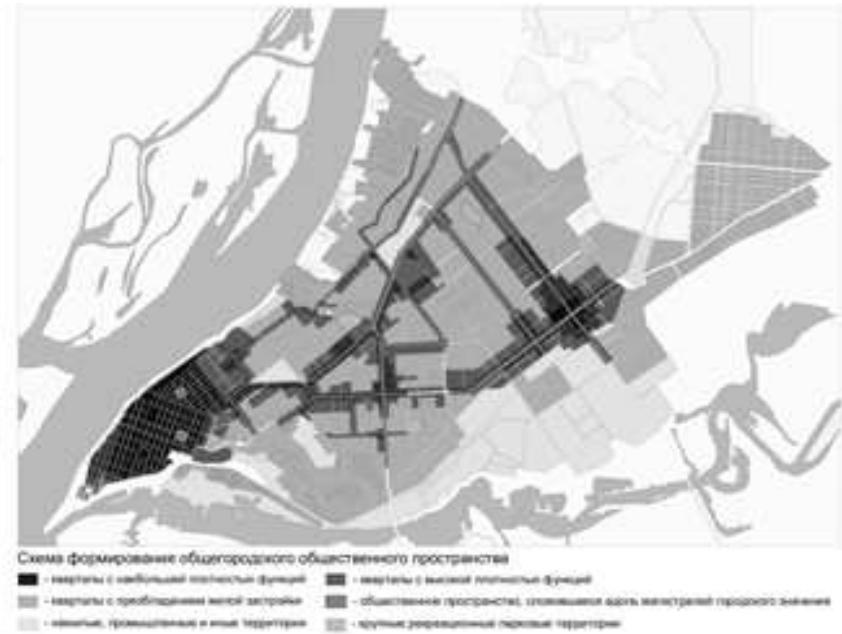


Рис. 2. Схема формирования общегородского общественного пространства в Самаре



Рис. 3. Эволюция структурных элементов жилой среды Самары в процессе развития города

объекты. Застройка преимущественно 9-этажная строчная, практически все жилые дома развернуты торцами к улицам, ограничивающим микрорайон, лишь со стороны крупных магистралей здания складываются в периметральную застройку, отодвинутую от проезжей части на значительное расстояние. Относительной чертой для застройки 70-х гг., которую можно рассматривать как попытку создания буферных зон между пространством оживленных улиц общегородского значения и внешним жилым пространством микрорайона. Многие из них в настоящее время пусты и никак не используются. В крупных микрорайонах, занимающих межмагистральные территории, встречаются пешеходные бульвары, связывающие дворные пространства с объектами обслуживания. Все дворы имеют сквозную структуру, выполняют транзитную функцию для горожан, проживающих в домах, расположенных в глубине микрорайона [9, 14].

В 80-е гг. продолжается строительство Мичуринских микрорайонов. По сравнению с застройкой предыдущих двух десятилетий, здесь преобладают 9–12-этажные жилые дома. Увеличение количества этажей застройки прямо пропорционально укрупнению площади дворных пространств, в которых помимо детских, спортивных и хозяйственных площадок размещены детские дошкольные учреждения с прилегающими участками. В плане читаются замкнутые контуры дворов, прием строчной застройки используется редко. В организации территории важную роль играет искусственный рельеф, в некоторых дворах площадки для игр детей, зоны отдыха размещаются значительно выше уровня проезжей части и придомовой территории. Такой прием позволяет разделить пространство с досуговой функцией и утилитарное пространство проездов. Кроме того, подобное решение в организации рельефа препятствует парковке личного автотранспорта на тротуарах и площадках, для этого не предназначенных [9].

В начале 90-х гг. происходит уменьшение объемов строительства по государственными заказам и увеличение роста строительства по индивидуальным проектам. В эти годы появляется большое количество многоэтажных жилых домов в исторической части города в условиях сноса и реконструкции деревянно-каменной малоэтажной застройки. Дворные территории таких жилых комплексов, как правило, имеют замкнутый контур, в силу планировочных особенностей исторических кварталов. Зачастую попасть на территорию двора можно лишь через специально организованные въезды и входы, таким образом исключается возможность пребывания на дворных территориях посторонних людей. Образуются два типа общественных пространств, в обоих случаях они имеют коллективный характер, но в отличие от оживленной улицы, насыщенной объектами обслуживания и являющейся зоной при-

тяжения для жителей всего города, пространства дворов предназначены для использования только жителями данного жилого дома или комплекса. В формировании внутриквартального пространства с включением новой застройки часто встречаются линейные композиции. Такими примерами в Самаре являются жилые комплексы в кварталах в границах улиц Садовой, Полевой, Самарской, Чкалова; улиц Ленинской, Полевой, Садовой, Чкалова [9, 10].

Параллельно с точечной многоэтажной застройкой в Центральной зоне города ведется строительство кварталов на северо-востоке Самары в районе улиц Демократической, Солнечной, Георгия Димитрова, Ташкентской, проспекта Кирова. Жилая застройка представлена 10–15-этажными домами.

На сегодняшний день на просторных дворных территориях расположены детские и спортивные площадки, наблюдается недостаток озеленения, но в целом качество внешней жилой среды лучше, чем в рассматриваемых выше примерах. Как и для большинства дворов таких размеров, существует потребность в создании визуальных барьеров, которые позволили бы разграничить огромные «ничьи» внутренние пространства, обозначить зоны с различным функциональным назначением, создать не только открытые, но и уединенные пространства.

В последние десятилетия жилищное строительство придерживается трех основных путей. Один из них предполагает строительство массового типового стандартизированного недорогого жилья на больших свободных территориях за пределами города. Примерами такого строительства являются микрорайон Крутые Ключи (Кошелев-проект), Новая Самара, Волгарь, Южный город и др. Застройка северных территорий ведется малоэтажными домами, с соблюдением минимальных разрывов до проездов и соседних зданий. Основной принцип расположения здания на участке – строчная застройка. Общественные пространства внешней жилой среды представлены улицами-проездами с однообразным благоустройством. Несмотря на то, что в новых микрорайонах предусмотрены учреждения обслуживания, жилая среда однообразна, не имеет доминант и ориентиров [15]. Застройка свободных территорий на юге предполагает большие массивы многоэтажной застройки.

Второй вариант демонстрирует включение высотных домов (свыше 16 этажей) в сложившуюся окружающую застройку. Такая застройка появилась в исторической части города, в районах города, сложившихся в 40–50-х и 60–70-х гг. прошлого века, а также в качестве частичной замены вкраплений ветхого малоэтажного жилья в городе. Высокая плотность этой застройки обусловлена высокой стоимостью земли в черте города. В начале XXI в. продолжается точечная застройка исторических кварталов, но, по сравнению с 90-ми гг. XX в., этажность жилого фонда последних лет еще повысилась и составляет

16–25 этажей. Ярким примером нового проектирования является ЖК «Степ Грин Хаус» в историческом квартале в границах улиц Молодогвардейской, Ульяновской, Галактионовской, Студенческого переулка. Помимо очевидной проблемы с организацией парковочных мест, существует потребность в мероприятиях, направленных на создание комфортной внешней жилой среды в условиях многоэтажной и высотной застройки. Необходимо отметить, что по сравнению с аналогичной застройкой 90-х гг., дворные пространства еще больше изолированы от улиц, подчеркнут их приватный характер.

Третий же вариант ориентирован на застройку малоосвоенных, но ценных и перспективных городских территорий, некогда бывших периферийными. Одним из приемов является расположение жилых домов на участке с ориентацией на выполнение условий инсоляции жилых помещений квартир, при минимальных нормативных отступах и разрывах от соседних зданий и сооружений. В качестве такого примера рассмотрена новая жилая застройка в границах улиц 4-й просеки, Солнечной, 5-й просеки. При таком подходе к проектированию жилой среды невозможна организация «двора» в привычном его понимании как единого пространства, замкнутого по периметру жилой застройкой. Система общественных пространств, формирующихся на территориях между домами, включает в себя площадки для игр детей, зоны отдыха, спортивные площадки, в том числе и для игровых видов спорта, требующие значительных разрывов до окон жилых домов. Необходимо отметить, что при достаточном на первый взгляд функциональном наборе зон отсутствует разнообразие в их оформлении, благоустройстве и озеленении. Внутриквартальные проезды отвечают минимальным нормативным значениям ширины, но не способны обеспечить требуемую пропускную способность в условиях высотной застройки. Кроме того, принятые решения благоустройства лишь частично либо же вовсе не решают проблему парковки автотранспорта.

В качестве другой иллюстрации третьего варианта нового проектирования жилой среды в Самаре можно рассматривать ЖК «Ботанический» в границах улиц Мичурина, Лукачёва, Складенко, Врубеля. Здания расположены по периметру участка значительной площади (около 8 га). При таком положении зданий формируется общая внутриквартальная территория внушительных размеров, но за счёт принятой планировки участка, использования естественного рельефа и многоуровневости внутриквартального пространства, а также малоэтажных общественных зданий, территория выглядит освоенной, визуально делится на зоны с различным функциональным назначением. Как правило, такие кварталы имеют развитые пешеходные и рекреационные зоны локального значения. Детские и спортивные площадки размещаются на кровле многоуровневого

паркинга в центральной части квартала. В целом данный подход к проектированию новой жилой среды можно рассматривать как положительный пример, несмотря на большую этажность зданий и недостаток озеленения на кровле полуподземного паркинга. Связано это в первую очередь со сложностью конструкции кровли и ее значительным удорожанием при посадке кустарников и деревьев (рис. 3).

На сегодняшний день для жилых элементов всех периодов развития, и даже для новейших примеров проектирования, остается нерешенной проблема хранения и парковки личного автотранспорта.

Выводы. 1. Городская ткань Самары претерпела долгий путь исторического развития и на сегодняшний день представлена следующими элементами жилой среды: *исторический квартал рубежа XIX и XX вв.; малоэтажный квартал 20–30-х гг. XX в. (частные дома); квартал средней этажности 40–50-х гг. XX в.; микрорайон 5-этажной застройкой 60–70-х гг.; многоэтажный микрорайон 70–80-х гг.; жилой комплекс* в условиях нового строительства конца XX – начала XXI в.

2. Исследование внешней жилой среды в Самаре показало, что элементы жилой среды, сложившиеся на разных временных этапах формирования города, различны по своим пространственным характеристикам, масштабу, технико-экономическим показателям. Соответственно общественные пространства, образованные в структуре разнообразных по своим параметрам жилых ячеек, нужно относить к различным типам общественного пространства, как общегородского, так и локального значения. Для каждого из них должны быть сформулированы принципы преобразования, учитывающие особенности каждого отдельного типа ОП, расположения в городской ткани, их взаимосвязь.

3. Основными типами локальных общественных пространств в жилой среде являются *частный двор, общественный двор, бульвар, аллея, переулок, сквер*. В разных зонах города имеются разновидности этих типов ЛОП, каждое из них имеет свои особенности и предполагает индивидуальный подход к преобразованию среды. Перечень местных проблем и характер мероприятий выявляется индивидуально с помощью социально-градостроительного исследования, предполагающего изучение реального функционирования и анализ мнений жителей в каждой локальной ячейке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельникова В.М., Филанова Т.В., Мацкевич К.П., Корякина П.Ю., Никонов К.Е. Тольятти: перспективы развития: Результаты научно-исследовательской работы «Социологические исследования» / ГУП СО институт «ТеррНИИГражданпроект». Самара, 2016. 70 с.
2. Паспорт приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» [Электронный ресурс] / <http://static.government.ru/media/files/WoyaB>

- ZP00CYeyfDQ2Ai2tj18zZHt7HnS.pdf (дата обращения: 24.02.2018).
3. Городская среда [Электронный ресурс] / <http://gorodsreda63.ru/page2308190.html> (дата обращения: 24.02.2018).
4. Мельникова В.М., Филянова Т.В. Эволюция функций и структур в крупнейшем городе (на примере Самары) // Вестник СГАСУ. Вып. IV. Самара, 2010. С. 118–123.
5. Филянова Т.В., Шуруев Ф.В. Анализ процесса формирования системы общественных и рекреационных пространств в крупнейшем исторически сложившемся городе // Архитектон: известия вузов. 2015. № 49. Электронный журнал. Екатеринбург. http://archvuz.ru/2015_1/5.
6. Филянова Т.В. Формирование локальных социально-территориальных образований в крупнейшем сложившемся городе (на примере г. Самары): дис. ... на канд. арх. СПб., 2009. 137 с.
7. Синельник А.К. Градостроительная история Самарского края / СамГАСА. Самара, 2000. 191 с.
8. Моргунов А.Г. От крепости Самара до города Куйбышева. Куйбышев: Кн. Изд-во, 1986. 224 с.
9. Ахмедова Е.А., Борисова Е.П. Краткий обзор развития массовой типовой жилой застройки в Куйбышеве (Самаре) // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2016. № 19. С. 87–95.
10. Горлов В.Н. Жилищное строительство в СССР [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Москва – Режим доступа: <https://www.prometej.info/blog/istoriya/zhilishnoe-stroitelstvo-v-sssr/> (дата обращения: 18.02.2018).
11. Гутнов А.Э. Двор, город, страна // Эволюция градостроительства. М.: Стройиздат, 2000. 192 с.
12. Гутнов А.Э., Лежава И.Г. и др. Новый элемент расселения на пути к новому городу. М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1966. 129 с.
13. Артёмов А. Мичуринские. Микрорайоны на монастыре, садах и озерах [Электронный ресурс]. Самара, 2014. Режим доступа: drugoigorod.ru/michurin/ (дата обращения: 21.02.2018).
14. Артёмов А. Яблонька дикорастущая. Прошлое и настоящее Приволжского микрорайона [Электронный ресурс]. Самара, 2013. Режим доступа: <http://drugoigorod.ru/privolzhsky/> (дата обращения: 21.02.2018).
15. Филиппов В.Д. Эволюция строчной застройки: Крутые Ключи, Самара, 2010–2015 гг. // Градостроительство и архитектура. 2016. № 4. С. 112–121. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.21.
16. Каракова Т.В., Барова К.Д. Среда жилых районов города как реагент отношений «субъект – архитектурное пространство» // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2015. № 1-1. С. 259–262.
17. Масталерж Н.А. Формирование концепции общественного пространства как структурного элемента городской среды // Архитектон: известия вузов. № 43. 2013. Электронный журнал. Екатеринбург. http://archvuz.ru/2013_3/6 (дата обращения: 19.02.2018).
18. Самогоров В.А., Рыбачева О.С. Реконструкция исторической части Самары с учетом сложившихся границ участков землепользования (дворовых пространств) // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2013. №31(50). С. 300–304.
19. Синельник А.К., Самогоров В.А. Архитектура и градостроительство Самары 1920-х – начала 1940-х годов. Самара: ООО Книга, 2010. – 480 с.
20. Смоляр И.М. Принципы градостроительного проектирования и предложения по разработке планов городов в новых социально-экономических условиях. М., 1995. 95 с.

Об авторах:

ФИЛАНОВА Татьяна Вячеславовна

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194 E-mail: filanovatv@mail.ru

ПАВЛОВА Юлия Сергеевна

магистрант кафедры архитектуры Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194 E-mail: pavlova7325817@gmail.com

FILANOVA Tatyana V.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Architecture Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: filanovatv@mail.ru

FILANOVA Tatyana V.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Architecture Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: filanovatv@mail.ru

Для цитирования: Филянова Т.В., Павлова Ю.С. Эволюция жилых элементов и общественных пространств внешней жилой среды в Самаре // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №2. С. 135-141. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.23. For citation: *Filanova T.V., Pavlova Yu.S. Evolution of Residential Elements and Public Spaces of the External Living Environment in Samara // Urban Construction and Architecture. 2018. V.8, 2. Pp. 135-141. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.23.*



УДК 533.6.011

DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.24

О.А. БАЛАНДИНА

СМЕШЕНИЕ СТРУИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА СО СНОСЯЩИМ ДОЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ ВОЗДУХА

THE MIXING OF A JET OF CARBON DIOXIDE FROM SMASHING SUBSONIC FLOW

Представлены результаты численного расчета взаимодействия струи углекислого газа со сносящим дозвуковым потоком воздуха. Определены и проанализированы значения давления, траекторий струи, профилей скорости при малых интенсивностях вдува. Проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными других авторов. Получены графики распределения температуры для сносящего потока воздуха и струи, вдуваемой из щелевидного отверстия с соотношениями сторон 1:2; 1:3; 1:4. Анализ результатов показал, что геометрические параметры отверстия вдува струи незначительно влияют на распределение температуры в области за струей. Результаты исследований могут быть использованы при проектировании струйных органов газовых горелок котельных агрегатов. Планируется проведение дальнейшего моделирования для усовершенствования процессов образования газозвуковой смеси в газовых горелках струйного типа.

Ключевые слова: траектория струи, пластина, численный расчет, моделирование, струйное течение

Исследование свойств газовых струй, вводимых в сносящий поток, вызывает затруднения в связи с нестационарностью пограничного слоя струи. Однако, так как поперечный вдув используется в ряде технических устройств: камерах сгорания газотурбинных двигателей, газовых горелках струйного типа, вентиляционных воздушных завесах и т.д., подобные исследования представляют практический интерес [1–3].

Моделирование струйного течения является достаточно актуальным, особенно в части применения к газовым горелкам струйного типа. Известно, что интенсивность смешения газовой струи со сносящим

Presents the results of a numerical calculation of the interaction of the jet of carbon dioxide from smashing subsonic air flow. Were identified and analyzed pressure values, the trajectories of the jet, the velocity profiles at small blowing intensities. The comparison of calculation results with experimental data of other authors. The obtained curves of the temperature distribution for carrying air flow and the jet issued from a slit-like holes with aspect ratios 1:2; 1:3; 1:4. Analysis of the results showed that the geometrical parameters of the jet blowing holes does not significantly affect the temperature distribution in the region behind the jet. The research results can be used in the design of the jet bodies of the gas burners of boilers. Will conduct further modeling to enhance the process of formation of the gas-air mixture in the gas jet type burners.

Key words: trajectory of the jet, plate, numerical calculations, simulation of jet flows, numerical investigation of flow

потоком зависит от степени турбулентности, формы и угла струи, а также от отношения скоростных напоров струи и сносящего потока.

Истечение струи углекислого газа из круглого отверстия рассматривал Y.Kamotani [4] и другие исследователи [5]. Экспериментальные исследования Н.М. Рогачева [5] проводились при относительном соотношении скоростей воздушного потока и струи круглого и овального профиля углекислого газа в пределах от 0,5 до 2. Гидравлический параметр

$$\bar{q} = \frac{\rho_0 \cdot v_0^2}{\rho_{\infty} \cdot v_{\infty}^2} \text{ задавался в диапазоне } 0,38 \div 6,06.$$

Результаты исследования свидетельствуют об увеличении дальности струи газа в сносящем потоке воздуха при возрастании ее относительной скорости, а также о влиянии турбулизирующих решеток на характер распространения и форму вдуваемых струй. Также Н.М. Рогачев показал, что возрастание относительной скорости струи от 0,5 до 2,0 м/с приводит к увеличению ее ширины. С увеличением интенсивности турбулентности сносящего потока на входе вдуваемая струя размывается, но при этом данный процесс не приводит к изменению границ зоны смешения.

Численные исследования течения проводились Ю.П. Коробковой и В.О. Москаленко [1] при различных углах наклона вдува из круглого отверстия струи в дозвуковом потоке воздуха над пластиной. Исследование проводилось при значениях гидродинамического параметра $\bar{q} = 1$ и углах вдува струи $\omega_e = 65,90,135^\circ$ с использованием k -epsilon модели турбулентности. Исследования свидетельствуют о том, что угол наклона вдува струи оказывает существенное влияние на перераспределение скорости и давления в областях за струей и перед ней. Была выявлена обратная зависимость высоты траектории струи и угла ее вдува.

В данной работе проводилось численное моделирование течения при разных геометрических формах отверстия вдува струи под углом 90° к пластине, обтекаемой дозвуковым потоком. Были построены графики распределения температуры в струях. Для верификации разрабатываемой численной модели было заимствовано экспериментальное исследование пространственного течения при струйном взаимодействии в дозвуковом потоке несжимаемого газа Y. Kamotani [4], но с отличием геометрических форм отверстия вдуваемой струи.

Для моделирования стационарного дозвукового течения вдуваемой струи был использован программный продукт САПР Code_Saturne. Это приложение используется для расчета динамики сплошных сред.

В результате расчета строились графики полей температур потока в области взаимодействия в плоскости XOY.

Численная модель представляет собой совокупность методов и условий решения уравнений Навье-Стокса. Для рассматриваемой задачи система уравнений имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \operatorname{div}(\rho \vec{U}) &= 0, \\ \rho \frac{\partial \vec{U}}{\partial \tau} + \rho \vec{U} \cdot \operatorname{grad} \vec{U} &= -\operatorname{grad} p + \mu \cdot \operatorname{grad} \vec{U} + \left(\zeta + \frac{\mu}{3} \right) \cdot \operatorname{grad} \operatorname{div} \vec{U} + \vec{q}, \\ \rho \left(\frac{\partial E}{\partial \tau} + \vec{U} \cdot \operatorname{grad} E \right) &= \operatorname{div}(\rho \vec{q} + \lambda \operatorname{grad} T) - p \cdot \operatorname{div} \vec{U} + \operatorname{grad} \vec{U} : \sigma + \rho \vec{q} \cdot \vec{U}. \end{aligned} \right\} (1)$$

Система состоит из уравнения неразрывности, уравнения сохранения импульса и уравнения энергии. Все уравнения упрощены из условия несжимаемости рабочей среды [6].

Расчетная область была ограничена объемом аэродинамической трубы и задана в виде параллелепипеда $300 \times 300 \times 250$ мм, в основании которого была задана точка ввода струи. Струя подавалась через условное круглое отверстие диаметром 3,25 мм на расстоянии от входного сечения трубы $x=50$ мм. Вдув поперечной струи в экспериментальном исследовании осуществлялся на приподнятой пластине для исключения влияния пограничного слоя. Диапазон чисел Рейнольдса при исследовании составил $Re=2800 - 4200$.

Была использована ортогональная расчетная сетка с размерами ячейки $3 \times 3 \times 3$ мм. Поскольку решаемая задача не учитывает поверхностный теплообмен и влияние пограничного слоя не существенно, измельчение расчетной сетки вблизи стенок не проводилось. Более того, методика проведения экспериментального исследования предполагала отсутствие пристеночного вязкого слоя. Проводилось измельчение расчетной сетки в области вдуваемой струи вдоль оси распространения струи x по линиям измельчения, удаленным от отверстия вдува струи на расстояния, эквивалентные $0,5R$; R ; $1,5R$; $2R$, в обе стороны от оси x .

В качестве рабочей среды использовался воздух с термодинамическими параметрами, которые были заданы как функция от температуры. Начальная температура в расчетной области составляла 20°C . Сносящий поток задавался с помощью граничного условия первого рода, скорость потока $v=1,84$ м/с, температура потока $t=20^\circ\text{C}$. В соответствии с условиями проведения эксперимента (наличие приподнятой пластины) начальный участок аэродинамической трубы не моделировался и профиль скорости на входе не задавался. Вдуваемый поток углекислого газа задавался аналогично, скорость потока $v=14,2$ м/с, температура потока $t=95^\circ\text{C}$. На входе было задано равномерное распределение давления. Основание расчетной области было задано в виде гладкой стенки с условием прилипания. Остальные стенки были заданы с условием движения в направлении потока и со скоростью сносящего потока. Это позволило сократить габариты расчетной области в направлении осей z и y .

В расчете была использована адаптивная вихревая модель (Classical) в нестационарной постановке. Коэффициент Смагоринского был принят в соответствии с условиями течения в свободном потоке $Cs=0,42$. Градиенты рассчитывались итерационным методом с учетом неортогональности потоков. Сопряжение скорости и давления проводилось по полуневяжному алгоритму SIMPLEC. Релаксация не задавалась. Скорость и температура рассчитывались по алгоритму Jacobi. Градиент давления рассчитывался сеточным методом с степенью укрупнения $k=3$.

Для указанных алгоритмов решения были введены ограничения максимального количества субитераций $Ns=10000$, предельная точность $\epsilon = 10^{-5}$.

Для расчета скорости и температуры использовалась схема второго порядка SOLU. Для стабилизации решения уравнения энергии были введены ограничения температуры в расчетной области в диапазоне $t=20\div 95$ °С. При расчете использовался фиксированный временной шаг $\Delta t=0,001$ с, который определялся из условия обеспечения предельного числа Куранта $Cr \leq 1$ для области дувяемого потока воздуха. Общее количество итераций ($N=2000$) было определено на основании оценки скорости стабилизации течения. Периодичность вывода результатов составила 20 шагов.

Оценка адекватности разработанной численной модели проводилась на основании результатов расчета с заимствованными экспериментальными данными. Сопоставление осуществлялось по профилям максимальной температуры и скорости дувяемой струи. Количественная оценка проводилась в соответствии с методикой проведения экспериментального исследования: по максимальной температуре и скорости в поперечном сечении струи.

На рис. 1 показаны результаты численного моделирования поперечного дувя нагретой струи в холодный поток воздуха. Расхождение с экспериментальными данными У. Камотани [4] составило менее 5%. Наибольшее расхождение приходится на область диффузии струи. Анализ показал хорошую работоспособность адаптивной вихревой модели Classical, выбранной рабочей сетки и границ расчетной области, которые и были заложены в основание дальнейшего численного моделирования течения при различных геометрических формах условного отверстия дувя поперечной струи.

Численные результаты, получаемые в данной постановке, сравнивались с экспериментальными

данными [4]. На рис. 1 приведено распределение по оси симметрии относительных перепадов температуры по струе, распространяющейся за отверстием дувя (сплошная кривая – расчет; точками нанесены экспериментальные данные). Полученная верификация показала хорошую сходимость результатов.

В проведенном моделировании дувя струи производился не в круглое, а в щелевое отверстие с соотношением сторон 1:2; 1:3 и 1:4. Было принято решение исследовать щелевидное отверстие, так как подобные отверстия используются во многих конструкциях газовых горелок. Были получены распределения температуры для четырех рассматриваемых вариантов. На рис. 2 представлены графики распределения температуры для щелевого отверстия.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что геометрические параметры отверстия дувя струи несущественно влияют на распределение температуры в области за струей. Показано, что данная методика численного расчета характеристик струйного взаимодействия позволяет производить исследования для широкого круга изменяющихся геометрических параметров отверстия дувя струи на основе $k-\epsilon$ модели турбулентности.

Результаты моделирования показали хорошую сходимость с экспериментальными данными [4]. Отличия от работ исследователей [1,4,5,7] заключались в рассмотрении взаимодействия струи газа, дувяемой не только из круглого, но и из щелевидного профиля в сносящий воздушный поток. В дальнейшем в модель будут внесены изменения, касающиеся изменения угла наклона струи относительно пластины для изучения глубины проникновения дувяемой струи газа в сносящий поток. Результаты данных исследований могут быть использованы при проекти-

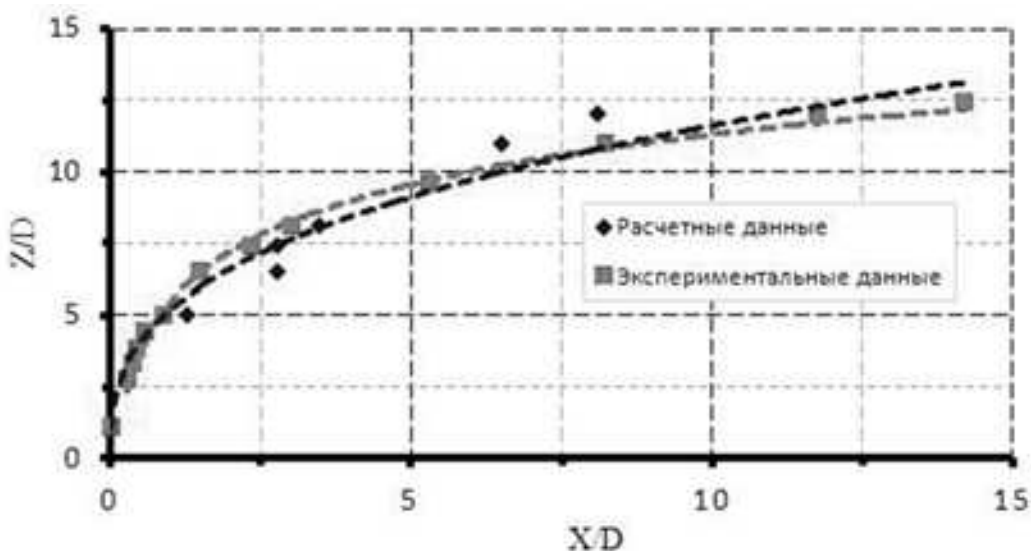


Рис. 1. График распределения температуры в плоскости XOZ при истечении струи из круглого отверстия

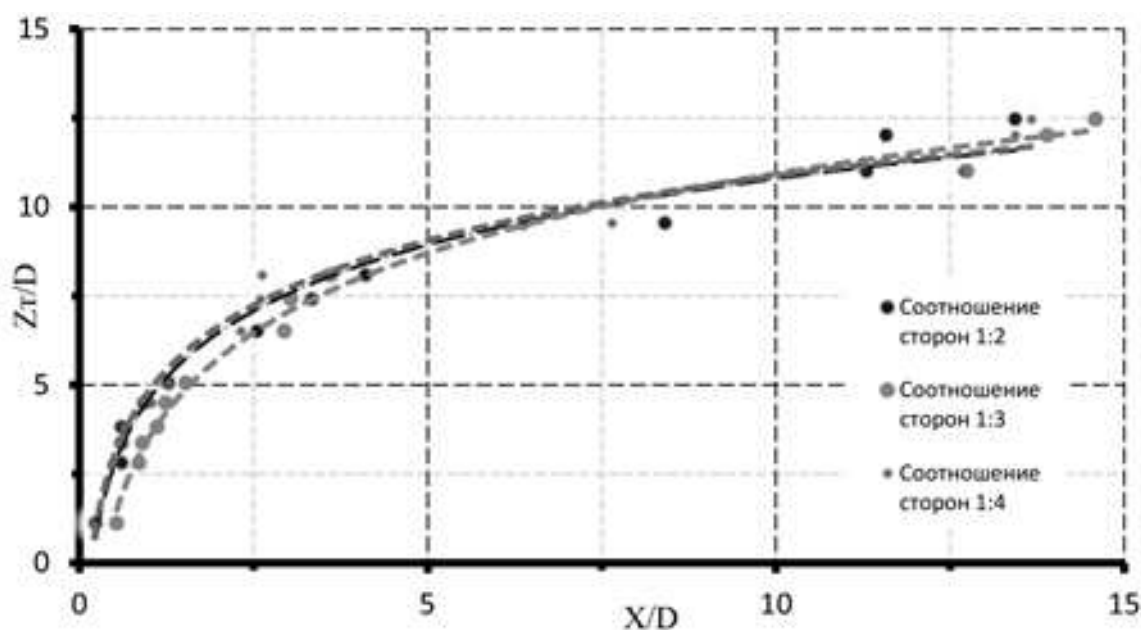


Рис. 2. График распределения температуры в плоскости XOZ при истечении струи из щелевого отверстия с различным соотношением сторон

ровании струйных органов газовых горелок котельных агрегатов для усовершенствования процессов образования газозвуковой смеси в них.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коробкова Ю.П., Москаленко В.О. Моделирование струйного взаимодействия круглой струи с дозвуковым сносящим потоком // *Аэрокосмический научный журнал*. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2017. № 03. С. 53–63.
2. Москаленко В.О., Красников И.Ю. Численный расчет взаимодействия плоской струи с о/сносящим дозвуковым потоком // *Аэрокосмический научный журнал*. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. № 02. С. 30–40.
3. Зеленцов Д.В., Тулицына О.В., Чертес К.Л., Пыстин В.Н. Обработка осадков нефтесодержащих сточных вод с применением принудительной высоконапорной аэрации // *Градостроительство и архитектура*. 2012. № 3 (7). С. 72–74. DOI: 10.17673/Vestnik.2012.03.16.

Об авторе:

БАЛАНДИНА Ольга Александровна
аспирант кафедры теплогасоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. +7 (927)012-65-70
E-mail: balandinaolya88@rambler.ru

4. Yasuhiro Kamotani, Isaac Greberf. Experiments on a Turbulent Jet in a Cross Flow // *Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio*. 2013. №11. С. 1425-1429. DOI: 10.2514/3.50386.

5. Рогачев Н.М. Смещение струи углекислого газа со сносящим потоком воздуха // *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва*. Самара: СГАУ, 2006. №1 (9). С. 194–199.

6. Рогачев Н.М. Определение положений боковых границ струи углекислого газа, вдуваемой в поперечный поток воздуха // *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва*. Самара: СГАУ, 2007. №1 (12). С. 207–210.

BALANDINA Olga A.

Postgraduate Student of the Department of heat and gas supply and ventilation
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194
tel. +7 (927)012-65-70
E-mail: balandinaolya88@rambler.ru

Для цитирования: Баландина О.А. Смещение струи углекислого газа со сносящим дозвуковым потоком воздуха // *Градостроительство и архитектура*. 2018. Т.8, №2. С. 142-145. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.24.
For citation: Balandina O.A. The mixing of a jet of carbon dioxide from smashing subsonic flow // *Urban Construction and Architecture*. 2018. V.8, 2. Pp. 142-145. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.02.24.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Приём 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, из которой представляется рукопись статьи. *Для аспирантов, соискателей и работников СамГТУ сопроводительное письмо представлять не требуется.*

- Рекомендацию кафедры, отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа (заверенную выписку из протокола заседания) о публикации статьи в журнале.

- Экспертное заключение из организации, представляемой рукописью статьи, о возможности опубликования в открытой печати.

- Внешняя рецензия на рукопись статьи, оформленная по установленному редакцией образцу и заверенная по месту работы рецензента. *Факт наличия рецензии не отменяет процедуры экспертной оценки, организованной редакцией: все статьи подлежат обязательному независимому рецензированию.*

- Лицензионный договор.

Статьи должны быть оформлены в соответствии со следующими правилами:

1. Рукопись статьи оформляется в программе Microsoft Word для Windows.

2. Общие требования к оформлению документа:

- Формат страницы – А4, ориентация книжная
- Размеры полей страниц: верхнее, нижнее, левое – по 20 мм, правое – 10 мм

- Нумерация страниц – в нижней правой части
- Абзацный отступ – 1,25 см
- Шрифт текста рукописи – Times New Roman

Суг, размер 14pt

- Междустрочный интервал – 1,0
- Общий объём рукописи (включая иллюстрации и таблицы) – не более 10 страниц. *Указанное ограничение объёма рукописи не распространяется на сведения об авторах.*

3. Формулы следует полностью набирать с использованием редакторов формул MathType 6 или MS Equation 3.0. Запись формулы выполняется автором(ами) с использованием всех возможных способов упрощения и не должна содержать промежуточные преобразования.

4. Иллюстрации выполняются черно-белыми (с хорошей проработкой деталей) в программах Corel Draw (с расширением *.cdr) или других редакторах (с расширением *.jpeg или *.tiff). Подписи к иллюстрациям набираются шрифтом Times New Roman Суг,

размер 14pt. Общее количество иллюстраций в статье, как правило, не более четырёх. Все графические материалы должны быть доступны для редактирования, поэтому необходимо представлять их в исходном формате.

5. Таблицы оформляются на отдельных листах формата А4, шрифт – Times New Roman Суг, размер 12pt. Названия таблиц размещаются в правом верхнем углу над таблицей. Все наименования, представленные в таблицах, даются без сокращений.

6. Библиографический список литературных источников размещается в конце текста статьи, при этом нумерация дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте статьи [в квадратных скобках]. В библиографический список включаются только те работы, которые опубликованы в печати на момент представления рукописи статьи в редакцию. При ссылках на нормативные документы, например СНиП, номер и название документа указываются непосредственно в тексте статьи. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008.

7. Для оформления англоязычной части статьи (сведения об авторе(ах), название статьи, аннотация) необходимо соблюдать следующие требования:

- сведения об авторах последовательно для каждого: фамилия, имя, отчество полностью, транслитерированные в латинские символы (смотри «Правила транслитерации» на сайте <http://translit.net.ru>); ученая степень (Doctor – доктор наук, PhD – кандидат наук, MSc – магистр, с указанием научного направления); ученые звания (Professor – профессор, Associate Professor – доцент, Academician of ... – академик ..., Cor. Member of ... – член-корреспондент ..., Senior Researcher – старший научный сотрудник, Junior Researcher – младший научный сотрудник, Senior lecturer – старший преподаватель, Engineer – инженер, post-graduate student – аспирант, applicant – соискатель, master student- магистрант, student – студент); официальное англоязычное название организации (учреждения), города, страны;

- название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть идентичны русскому варианту.

8. Структура размещения основных частей статьи:

- индекс УДК
- инициалы, фамилии автора(ов)
- название статьи на русском языке
- название статьи на английском языке
- аннотация статьи на русском языке (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
- 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).

9. Рукопись статьи, иллюстрации и таблицы должны быть представлены в редакцию:

- распечатанными с одной стороны на листах формата А4. Автор(ы) расписывается на обороте последней страницы и указывает дату;
- в электронном виде по электронной почте на адрес редакции vestniksgasu@yandex.ru, uc-arch@yandex.ru или на электронном носителе (CD, DVD или USB флеш-накопителе). Наименование файлов для отправки: рукописи статьи – «Фамилия автора_Название статьи»; иллюстраций – «Фамилия автора_номер рисунка»; таблиц – «Фамилия автора_номер таблицы». Названия файлов для отправки иллюстраций и таблиц должны совпадать с порядковым номером материала в рукописи статьи. Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.

10. Обращаем Ваше внимание на то, что рукописи, не соответствующие требованиям редакции, не рецензируются, не публикуются и не возвращаются авторам, при этом редакция по собственной инициативе в переговоры с авторами не вступает.

11. Публикации в журнале подлежат только оригинальные статьи, соответствующие тематическим направлениям журнала и ранее не публиковавшиеся в других изданиях.

12. При положительном решении редакции об опубликовании научной статьи с автором(ами) заключается лицензионный договор. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

13. 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>.

14. Авторский коллектив несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

15. 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.

16. Плата с аспирантов (единственный автор) за публикацию статей не взимается.

17. На платной основе в журнале и на сайте могут быть опубликованы материалы рекламного характера, имеющие прямое отношение к энергетике, архитектурно-строительной деятельности и образованию.

Подготовленные с учетом всех вышеперечисленных требований материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней в печатном и электронном видах) должны быть запечатаны в конверт формата А4, на котором указывается адрес редакции: *Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194. ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры. Ответственному секретарю научно-технического журнала «Градостроительство и архитектура».*

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, доставлен службой курьерской доставки или лично автором(ами) или доверенным лицом автора(ов). В случае отправки лично или с использованием курьерской доставки, конверт необходимо сдать в редакцию журнала «Градостроительство и архитектура» по адресу: *г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194, АСА СамГТУ, корпус II, каб. 632.*

По всем вопросам, связанным с публикацией статей в научно-техническом журнале «Градостроительство и архитектура», обращаться к ответственному секретарю Досковской Марии Сергеевне по телефону (846) 278-44-81 или по e-mail: vestniksgasu@yandex.ru, uc-arch@yandex.ru.

