



ISSN 0044-4472

5'2018

# ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

60 лет с отраслью

научно-технический и производственный журнал

[www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)

издается с 1958 г.



ЖК «ДЕРГАЧЁВ»



Альфа Групп Инвест

## УЮТНЫЕ МЕТРЫ в Севастополе от застройщика

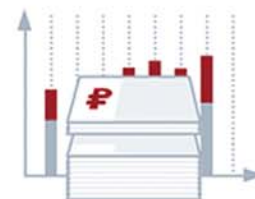
Почему клиенты выбирают **Альфа Групп Инвест**



надежность



экологичность



выгода



INTERNATIONAL  
ASSOCIATION OF  
FOUNDATION  
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

**7 ИЮНЯ /18**

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
**«СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ:  
ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»**

**Место проведения:**

Москва, МВЦ «Крокус Экспо», отель «Аквариум»,  
в рамках выставки «Bauma CTT RUSSIA 2018»

[www.fc-union.com](http://www.fc-union.com), [info@fc-union.com](mailto:info@fc-union.com)

тел.: +7 (495) 66-55-014, моб.: +7 916 36-857-36



МИНСТРОЙ  
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ

4 июля 2018 г.

Москва, Локомотивный проезд, д. 21

Международная научная конференция

IX Академические чтения, посвященные памяти академика РААСН Г.Л. Осипова

**«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ.**

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

**Тематика конференции:**

- Энергосбережение в строительстве
  - Строительная теплофизика
- Строительная и архитектурная акустика
  - Строительная светотехника
  - Экология в строительстве
- Долговечность и прочность строительных конструкций зданий и сооружений
  - Проблемы технического регулирования
- Ремонт и эксплуатация объектов коммунального хозяйства
  - Высотное строительство
  - Научная школа для молодежи

В рамках конференции проводится КОНКУРС для молодых специалистов, аспирантов и студентов:

- На лучший дипломный проект, включающий раздел «Строительная физика»;
- На лучшую работу по направлению «Строительная и архитектурная акустика»;

– На лучший доклад в рамках научной школы для молодежи «Строительная физика, энергосбережение и экологическая безопасность».

Победителям присуждается премия имени академика РААСН Осипова Г.Л.

• За самое оригинальное и талантливое решение акустической задачи – призы от Генерального спонсора конференции – компании «Brüel & Kjaer» (Дания).

• За оригинальный подход к решению задачи энергосбережения в зданиях – призы от Генерального спонсора конференции – компании «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус».

• Специальный приз Ассоциации производителей керамических стеновых материалов.

За значительный вклад в развитие строительной физики ведущим ученым и специалистам вручается Золотая медаль имени академика РААСН Г.Л. Осипова и Памятный знак.

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Тел.: +7 (499) 488-70-05 Факс: +7 (495) 482-40-60 E-mail: [org.com@list.ru](mailto:org.com@list.ru) Сайт: [www.niisf.ru](http://www.niisf.ru)

Адрес: 127238, Москва, Локомотивный проезд, д.21, Светотехнический корпус, НИИСФ РААСН



Учредитель журнала  
АО «ЦНИИЭП жилища»

Ежемесячный научно-технический  
и производственный журнал

Входит в Перечень ВАК,  
государственный проект РИНЦ  
и RSCI на платформе Web of Science

Журнал зарегистрирован  
Министерством РФ по делам  
печати, телерадиовещания  
и средств массовой информации  
№ ФС77-64906

### Главный редактор

ЮМАШЕВА Е.И.,  
инженер-химик-технолог,  
почетный строитель России

### Редакционный совет:

НИКОЛАЕВ С.В.,  
председатель, д-р техн. наук,  
АО «ЦНИИЭП жилища» (Москва)

АКИМОВ П.А.,  
д-р техн. наук, академик РААСН  
(Москва)

ВАВРЕНЮК С.В.,  
д-р техн. наук, член-корреспондент  
РААСН (Владивосток)

ВОЛКОВ А.А.,  
д-р техн. наук, член-корреспондент  
РААСН (Москва)

ГАГАРИН В.Г.,  
д-р техн. наук, член-корреспондент  
РААСН (Москва)

ЖУСУПБЕКОВ А.Ж.,  
д-р техн. наук (Астана, Казахстан)

ЗВЕЗДОВ А.И.,  
д-р техн. наук, президент ассоциации  
«Железобетон» (Москва)

ИЛЬИЧЕВ В.А.,  
д-р техн. наук, академик РААСН  
(Москва)

КОЛЧУНОВ В.И.,  
д-р техн. наук, академик РААСН  
(Курск)

МАНГУШЕВ Р.А.,  
д-р техн. наук, член-корреспондент  
РААСН (Санкт-Петербург)

СУББОТИН О.С.,  
д-р архитектуры (Краснодар)

ТЕР-МАРТИРОСЯН А.З.,  
д-р техн. наук (Москва)

### Авторы

опубликованных материалов несут  
ответственность за достоверность  
приведенных сведений, точность  
данных по цитируемой литературе  
и за использование в статьях  
данных, не подлежащих открытой  
публикации.

### Редакция

может опубликовать статьи  
в порядке обсуждения,  
не разделяя точку зрения автора.

### Перепечатка

и воспроизведение статей,  
рекламных и иллюстративных  
материалов возможны лишь  
с письменного разрешения  
главного редактора.

Редакция не несет  
ответственности за содержание  
рекламы и объявлений.

# ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

60 лет отрасли

Издается с 1958 г.

5'2018

## Подземное строительство

Н.С. СОКОЛОВ

Длительные исследования процессов деформирования оснований фундаментов  
при повышенных нагрузках. . . . . 3

Т.А. НАЗАРОВ, Ф.Ф. ПОСЕЛЬСКИЙ

Конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния  
железобетонных свайных фундаментных конструкций жилого здания  
при воздействии низкой температуры . . . . . 9

## Расчет конструкций

И.А. АНТАКОВ

Особенности работы изгибаемых элементов с композитной  
полимерной арматурой под нагрузкой. . . . . 15

П.Д. АРЛЕНИНОВ, С.Б. КРЫЛОВ

Примеры усиления аварийных железобетонных конструкций. . . . . 19

## Общие вопросы строительства

Компания «Альфа Групп Инвест» занимает одну из лидирующих позиций  
на рынке современного градостроительства Севастополя (*Информация*). . . . . 24

П.Н. УМНЯКОВ

Инженерные решения, реализованные в годы Великой Отечественной войны . . . . . 25

## Организация строительного производства

С.В. ПРОХОРОВ

Комплексный подход к формированию машинных парков  
с учетом показателей энергоэффективности . . . . . 29

А.П. СВИНЦОВ, А.Р. КОЭН, З.А. БИСИЕВ,

И.Ю. АРСАМАКОВ, Т.Н. НАУМОВА

Возведение жилых зданий в несъемной опалубке  
из цементно-стружечных плит . . . . . 34

## Сохранение архитектурного наследия

К.Р. ЮСИФОВА

Экстерьеры и интерьеры жилых домов на рубеже XIX–XX вв. в Баку . . . . . 40

**Founder of the journal**

AO «TSNIEP zhilishcha»

Monthly scientific-technical  
and industrial journal

The journal is registered by the RF  
Ministry of Press, Broadcasting  
and Mass Communications,  
№ FS77-64906

**Editor-in-chief**

YUMASHEVA E.,  
*chemical process engineer,  
Honorary Builder of Russia*

**Editorial Board:**

NIKOLAEV S.,  
*Chairman,  
Doctor of Sciences (Engineering),  
AO «TSNIEP zhilishcha» (Moscow)*

AKIMOV P.,  
*Doctor of Sciences (Engineering),  
Academician of RAACS (Moscow)*

VAVRENJUK S.,  
*Doctor of sciences (Engineering),  
Corresponding member of RAACS  
(Vladivostok)*

VOLKOV A.,  
*Doctor of Sciences (Engineering),  
Corresponding member of RAACS  
(Moscow)*

GAGARIN V.,  
*Doctor of Sciences (Engineering),  
Corresponding member of RAACS  
(Moscow)*

ZHUSUPBEKOV A.,  
*Doctor of Sciences (Engineering)  
(Astana, Kazakhstan)*

ZVEZDOV A.,  
*Doctor of Sciences (Engineering),  
President, Association «Zhelezobeton»  
(Moscow)*

IL'ICHEV V.,  
*Doctor of Sciences (Engineering),  
Academician of RAACS, Research  
Supervisor of the Academic Scientific  
and Creative Center of RAACS (Moscow)*

KOLCHUNOV V.,  
*Doctor of Sciences (Engineering),  
Academician of RAACS (Kursk)*

MANGUSHEV R.,  
*Doctor of Sciences (Engineering),  
Corresponding member of RAACS  
(Saint- Petersburg)*

SUBBOTIN O.,  
*Doctor of Architecture (Krasnodar)*

TER-MARTIROSIAN A.,  
*Doctor of sciences (Engineering)  
(Moscow)*

**The authors**

of published materials are responsible  
for the accuracy of the submitted infor-  
mation, the accuracy of the data from  
the cited literature and for using in  
articles data which are not open to the  
public.

The Editorial Staff can publish the  
articles as a matter for discussion, not  
sharing the point of view of the author.

**Reprinting**

and reproduction of articles, promo-  
tional and illustrative materials are  
possible only with the written permis-  
sion of the editor-in-chief.

The Editorial Staff is not responsible  
for the content of advertisements and  
announcements.

# ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

5'2018

**Underground construction**

N.S. SOKOLOV

Long Research in Deformation Processes of Foundation Bases under Increased Loads. . . . . 3

T.A. NAZAROV, F.F. POSELSKY

Finite Element Analysis of Stress-Strain State of Reinforced Concrete Pile Foundation  
Structures of a Residential Building under Low Temperatures Impact . . . . . 9

**Structural calculations**

I.A. ANTAKOV

Features of Behavior of Flexural Members with Composite Polymeric Reinforcement  
under Load . . . . . 15

P.D. ARLENINOV, S.B. KRYLOV

Examples of Strengthening of Dangerous Reinforced Concrete Structures . . . . . 19

**General issues of construction**

The Company «Alpha Group Invest» Occupies one of the Leading Positions  
in the Market of Modern Urban Development of Sevastopol (*Information*) . . . . . 24

P.N. UMNIAKOV

Engineering Solutions Implemented During the Great Patriotic War . . . . . 25

**Organization of construction works**

S.V. PROKHOROV

Complex Approach to Formation of Machine Parks with Due Regard  
for Energy Efficiency Indicators . . . . . 29

A.I. SVINTSOV, A.R. KOEN, Z.A. BISIEV,

I.Yu. ARSAMAKOV, T.N. NAUMOVA

Construction of Residential Buildings in Permanent Formwork  
of Cement-Chip Slabs. . . . . 34

**Preservation of architectural heritage**

K.R. YUSIFOVA

Exteriors and Interiors of Residential Houses at the Turn  
of the XIX–XX Centuries in Baku. . . . . 40



УДК 624.15

Н.С. СОКОЛОВ<sup>1,2</sup>, канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru)

<sup>1</sup> ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109 а)

<sup>2</sup> Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова  
(428015, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

## Длительные исследования процессов деформирования оснований фундаментов при повышенных нагрузках

*Безопасность эксплуатации объектов согласно ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» регламентируются величинами вертикальных осадок и кренов. Рассмотренные в настоящей статье объекты относятся к сооружениям первого класса ответственности. В результате воздействия на их коробчатые фундаменты повышенных нагрузок, достигающих значений средних давлений до  $P_{lim}=680$  кПа они получили осадки и крены, превышающие предельно допустимые величины. При этом направление кренов во время возведения объектов меняется от 0 до 360°. Благодаря своевременно принятым техническим и технологическим приемам во время их возведения они эксплуатируются надежно.*

**Ключевые слова:** *неравномерная осадка, крен, вертикальные осадки, прогноз деформаций оснований.*

**Для цитирования:** Соколов Н.С. Длительные исследования процессов деформирования оснований фундаментов при повышенных нагрузках // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 3–8.

N.S. SOKOLOV<sup>1,2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Director (forstnpf@mail.ru, ns\_sokolov@mail.ru)

<sup>1</sup> ООО НПФ «FORST» (109a, Kalinina Street, 428000, Cheboksary, Russian Federation)

<sup>2</sup> I.N. Ulianov Chuvash State University (15, Moskovskiy pr., 428015, Cheboksary, Russian Federation)

### Long Research in Deformation Processes of Foundation Bases under Increased Loads

Safety of operation of facilities according to GOST 27751–2014 «Reliability of building structures and foundations. The main provisions.» is regulated by the values of vertical settlements and tilts. The objects considered in this article belong to the structures of the first class of responsibility. As a result of the impact of increased loads reaching average pressures up to  $P_{lim}=680$  kPa on their box-shaped foundations, they received settlements and tilts exceeding the maximum permissible values. In this case, the direction of the tilts during the erection of objects varies from 0 to 360°. Due to timely taking technical and technological methods during their erection, they are operated reliably.

**Keywords:** uneven settlement, tilt, settlements, forecast of base deformations.

**For citation:** Sokolov N.S. Long research in deformation processes of foundation bases under increased loads. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 3–8. (In Russian).

В настоящей статье рассматриваются основные результаты натурных исследований осадок и кренов промышленных объектов № 1–5.

Инженерно-геологические разрезы и физико-механические характеристики грунтов оснований объектов приведены на рис. 1, 2, (табл. 1 [1]).

Объекты № 1, 2 представляют собой круглые жесткие сооружения высотой 70 м и имеют диаметр 48,8 м. Фундаменты их заложены на глубину 4,2 м от уровня планировки, а среднее давление на основание составляет  $P_{lim} = 680$  кПа [2–5].

Для исследования закономерностей деформирования оснований коробчатых фундаментов объектов № 1–5 были организованы высокоточные геодезические наблюдения 2-го класса точности с помощью нивелиров и штриховых инварных реек.

Наблюдения за осадками стенных осадочных марок объекта № 1 начались в апреле 1977 г. после возведения нижней плиты коробчатого фундамента.

По результатам измерений вертикальных перемещений осадочных марок объекта № 1 построены графики средней и неравномерной минимальной и максимальной осадок с ростом среднего давления на основание (рис. 1).

Так, средняя осадка фундамента за строительный период с апреля 1977 г. по июль 1984 г. составила  $S = 211,6$  мм, а значение неравномерной осадки  $S = 134,7$  мм, при этом направление крена  $\alpha = 350^\circ$  (рис. 2). С июня 1980 г. по май 1982 г. приращение осадки составило  $\Delta S = 58$  мм, достигнув величины  $\Delta S = 111$  мм. За этот период значительно возрос крен сооружения в сторону пристроя и достиг 82 мм. При этом вес сооружения составил 70% проектной нагрузки.

Наиболее интенсивно протекала осадка фундамента за период с мая 1982 г. по июль 1983 г. (конец строительства объекта). За это время средняя осадка выросла на  $\Delta S = 99$  мм, а неравномерная осадка – на  $\Delta S = 53$  мм. После окончания монтажа строительных конструкций и оборудования резко уменьшились скорости осадок и крена.

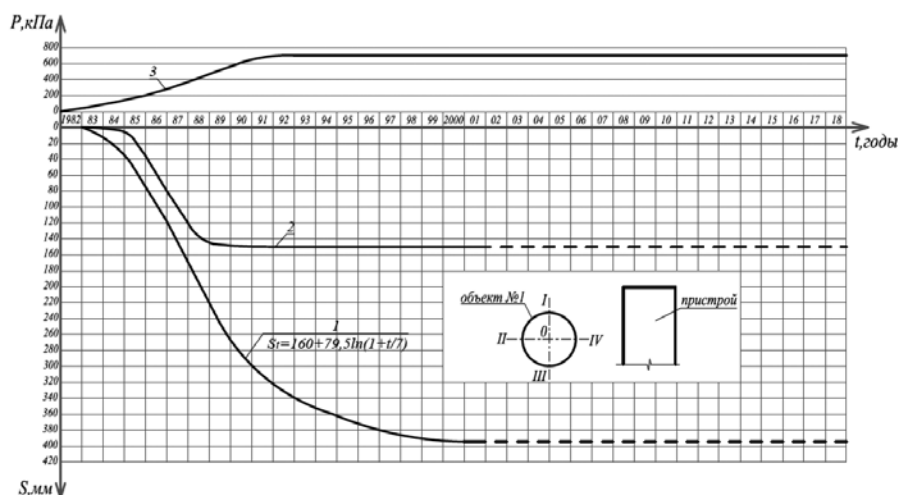


Рис. 1. Объект № 1: 1 – средняя осадка; 2 – крен; 3 – рост среднего давления на основание

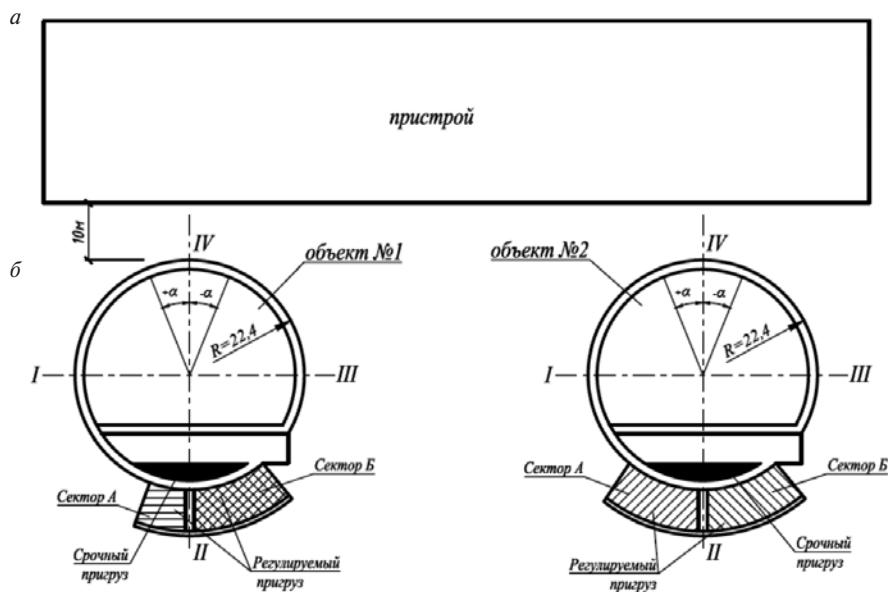


Рис. 2. Объекты № 1, 2: а – схематичный план взаимного расположения фундаментов объектов № 1, 2; б – схемы устройства пригрузов для регулирования кренов

Для стабилизации роста неравномерной осадки фундамента объекта № 1 в ноябре-декабре 1983 г. был уложен срочный пригруз весом 5780 кН на консоль фундамента с противоположной стороны от направления крена (рис. 2). Для ускорения процесса стабилизации крена дополнительно уложены регулируемые пригрузы в секторах А и Б по обе стороны от оси 2 весом около 30 тыс. кН. После этих мероприятий рост крена был приостановлен. В стабилизированном состоянии величина неравномерной осадки составила 148 мм, а ее направление  $\alpha = 348^\circ$ .

Объект № 2 также построен на естественном основании. Возведение сооружения имеет некоторые особенности по сравнению с объектом № 1. Во-первых, практически за все время строительства объекта № 1 проводилось глубинное водопонижение в котловане блочно-насосной станции (БНС-1). Понижение уровня подземных вод (УПВ) в котловане блочно-насосной станции (БНС-2) началось с 80% проектной нагрузки на фундамент объекта № 2. Во-вторых,

строительство объекта № 2 велось почти в два раза быстрее по сравнению с объектом № 1.

Высокоточные геодезические наблюдения за осадками ственных осадочных марок начались после бетонирования нижней монолитной железобетонной плиты коробчатого фундамента в конце 1982 г.

На основании исследований результатов осадок и крена фундаментов построены графики средней и неравномерной осадок с ростом среднего давления на основание (рис. 3).

Средняя и неравномерная осадки фундамента объекта № 2 за время строительства составили соответственно 171,3 и 101,8 мм. Средняя осадка в этот период протекала со скоростью 0,164 мм/сут, а скорость неравномерной осадки равнялась 0,1 мм/сут. В период наибольшей интенсивности наращивания нагрузок на основание с сентября 1984 г. по декабрь 1984 г. скорость средней осадки составила 0,12 мм/сут, а интенсивность приложения внешней нагрузки в указанный период составила 55 тыс. кН/мес.

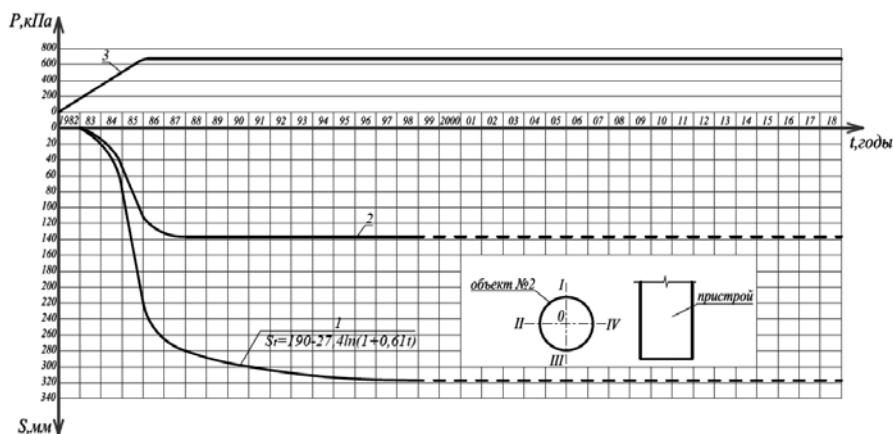


Рис. 3. Объект № 2: 1 – средняя осадка фундамента; 2 – крен; 3 – рост среднего давления под подошвой фундамента  $P_{\text{ср}}$

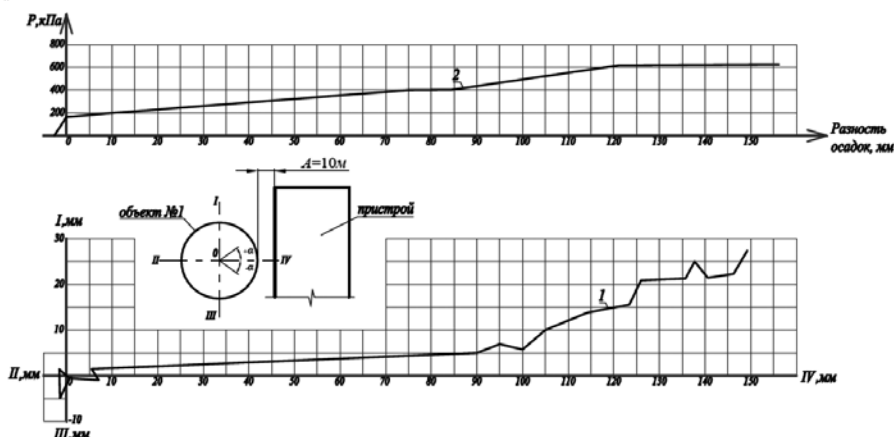


Рис. 4. Объект № 1: график нарастания неравномерной осадки (1) с ростом среднего давления (2) на основание

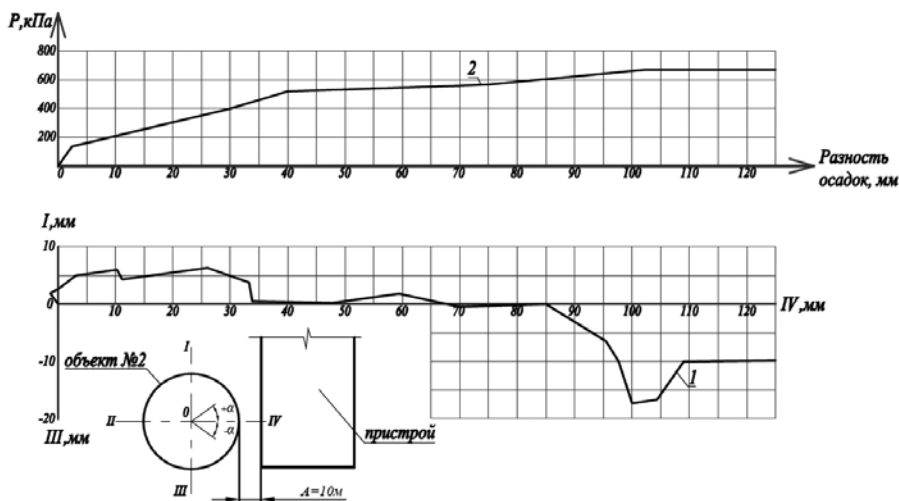


Рис. 5. Объект № 2: график нарастания неравномерной осадки (1) с ростом среднего давления (2) на основание

Скорости протекания средней и неравномерной осадок до и во время водопонижения в котловане БНС-2 существенно отличаются между собой. Так, например, скорости средней и неравномерной осадок до водопонижения соста-

вили соответственно 0,278 и 0,256 мм/сут, а во время водопонижения эти величины равнялись 0,429 и 0,28 мм/сут.

Для уменьшения скорости нарастания крена были устроены срочный весом 5800 кН и регулируемый весом



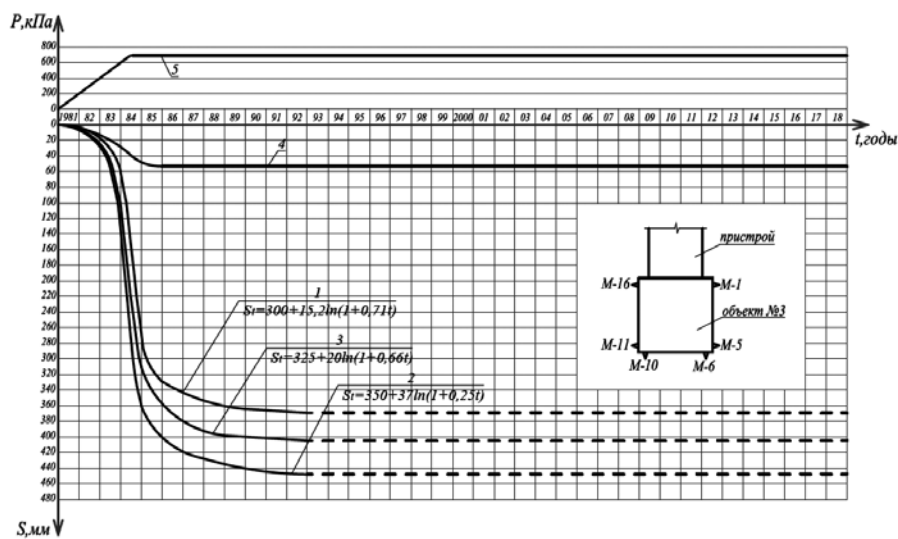


Рис. 6. Объект № 3: графики осадок фундамента во времени: 1 – минимальной; 2 – максимальной; 3 – средней; 4 – крена; 5 – роста среднего давления  $P_{11m}$

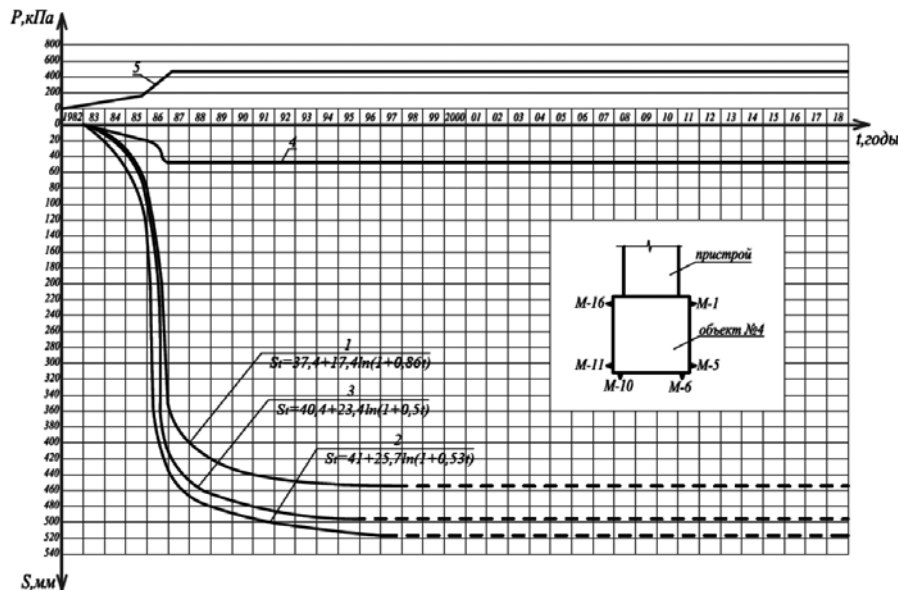


Рис. 7. Объект № 4: графики осадок фундамента во времени: 1 – минимальной; 2 – максимальной; 3 – средней; 4 – крена; 5 – роста среднего давления  $P_{11m}$

51 тыс. кН пригрузки в секторах А и Б (рис. 2), благодаря чему рост крена был приостановлен.

В настоящее время осадки фундаментов объектов № 1, 2 безаварийно эксплуатируются.

Анализируя графики средней и неравномерных осадок на рис. 1 и 3, следует отметить, что на кривых отчетливо выделяются два участка – линейный и нелинейный. Линейный участок переходит в нелинейный при среднем давлении на основание 250–300 кПа. С момента, соответствующего началу нелинейной зависимости графика осадки, нарастание крена тоже приобретает нелинейный характер, т. е. скорости роста крена увеличиваются. Направление крена остается неизменным для обоих объектов (рис. 4, 5).

Объекты № 3–5 сооружены на коробчатых фундаментах с размерами в плане 68,2×68,2 м на искусственном основании из доломитизированного известняка толщиной 4 м.

Фундаменты объектов заложены на глубину 6,7 м от уровня планировочной отметки. Среднее давление на основание составляет  $P_{11m} = 520$  кПа [6–8].

Наблюдение за осадками 15 ственных осадочных марок начались после бетонирования нижней монолитной плиты фундамента в начале 1981 г.

По результатам длительных геодезических наблюдений за осадками фундаментов построены графики минимальной, средней, максимальной и неравномерной осадок объектов с ростом среднего давления на основание, которые показаны на рис. 6–8. Кроме того, на рис. 9–11 приведены графики изменения величины и направления кренов объектов № 3–5 с ростом среднего давления на основание.

Средняя и неравномерная осадки фундамента объекта № 3 за время строительства с марта 1981 г. по ноябрь 1985 г. составили 280 и 57 мм, конечные стабилизирован-

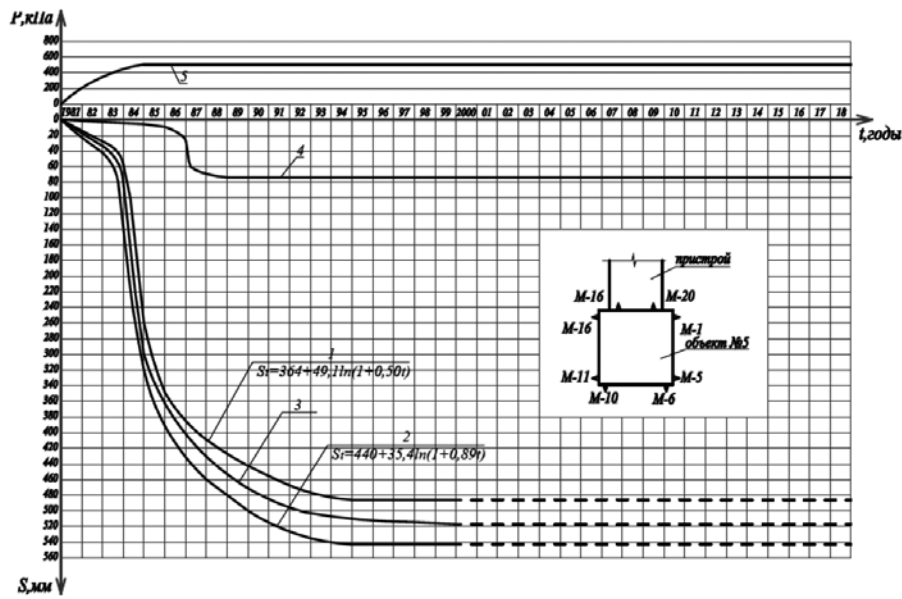
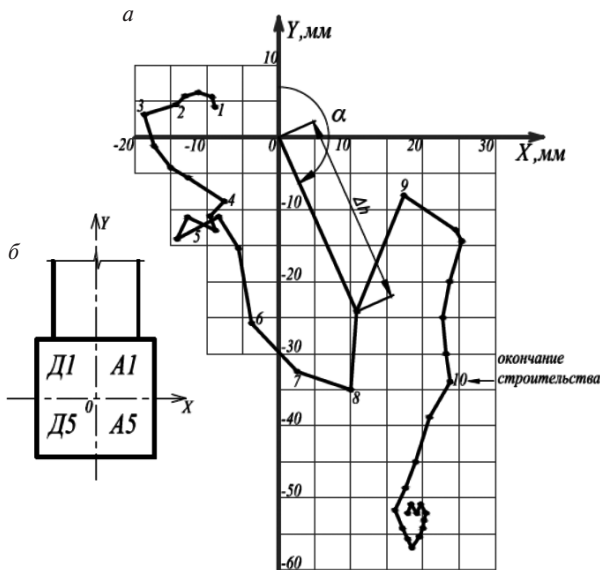


Рис. 8. Объект № 5: графики изменения осадок фундамента во времени: 1 – минимальной; 2 – максимальной; 3 – средней; 4 – крена; 5 – средней осадки  $P_{11m}$



в

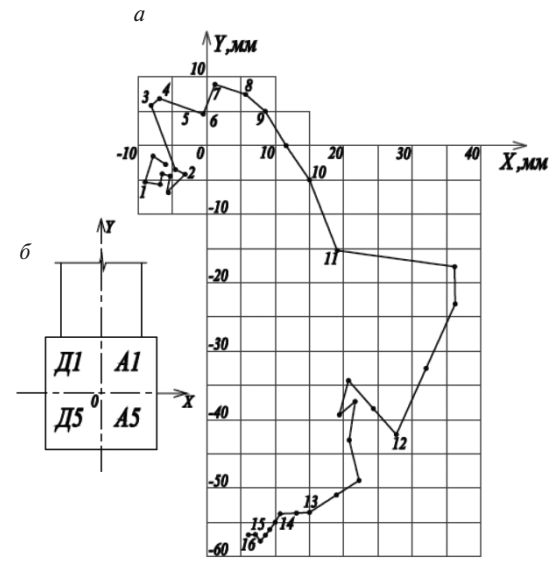
№№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P, \text{кПа}$	110	160	200	240	280	370	380	460	490	520

Рис. 9. Объект № 3: а – изменение величины и направления неравномерной осадки; б – схема разбивки фундамента на квадраты; в – таблица роста среднего давления на основание

ные осадки – 390 и 58 мм соответственно. За строительный период произошло 75% средней конечной осадки.

Осадки фундамента объекта № 4 протекают более интенсивно по сравнению с объектом № 1. Средняя и неравномерная осадки за время строительства с февраля 1983 г. по ноябрь 1986 г. составили 400 и 52 мм, а в стабилизированном состоянии – 440 и 54 мм соответственно.

К настоящему времени строительство объекта № 5 завершено. Среднее давление на основание составляет



в

№№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$P, \text{кПа}$	120	250	270	280	290	310	320	340	340	350	370	400	420	450	500	520

Рис. 10. Объект № 4: а – изменение величины и направления неравномерной осадки; б – схема разбивки фундамента на квадраты; в – таблица роста среднего давления на основание

$P_{11m} = 520 \text{ кПа}$ . Характерной особенностью деформации основания объекта № 5 является значительная по сравнению с объектами № 3, 4 величина неравномерной осадки, составляющей 75 мм, т. е. крен равен 0,0011.

Для анализа изменения величины и направления крена с ростом среднего давления на основание построены графики, показанные на рис. 9–11. Кривые построены в прямоугольной системе координат с началом, совпадающим с геометрическим центром фундаментной плиты в плане.

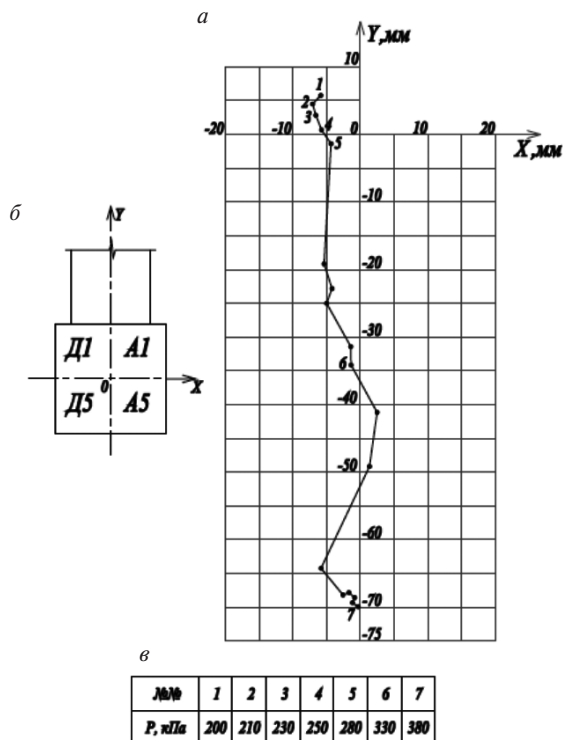


Рис. 11. Объект № 5: а – изменение величины и направления неравномерной осадки; б – схема разбивки фундамента на квадраты; в – таблица роста среднего давления на основание

**Список литературы**

1. Соколов Н.С. Прогноз осадок большеразмерных фундаментов при повышенных давлениях на основания // *Жилищное строительство*. 2018. № 4. С. 3–8.
2. Егоров К.Е., Соколов И.С. Закономерности деформации основания фундаментов, имеющих большую площадь // *Сборник трудов Всесоюзного совещания по фундаментостроению «Ускорение научно-технического прогресса в фундаментостроении»*. М.: Стройиздат, 1987. С. 55.
3. Егоров К.Е., Соколов Н.С. Особенности деформаций оснований фундаментов, имеющих большую площадь // *Сборник трудов IV Всесоюзного совещания по фундаментостроению*. М.: Стройиздат, 1987. Т. 2. С. 44.
4. Егоров К.Е., Соколов Н.С. Особенности деформаций оснований реакторных отделений АЭС // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1985. № 4. С. 14–17.
5. Соколов Н.С., Ушков С.М. Особенности расчета осадок большеразмерных фундаментов при повышенном давлении на грунты // *Материалы научно-технической конференции «Геотехника Поволжья-IV»*. 4.2. «Основания и фундаменты». Саратов, 1989. С. 34.
6. Соколов Н.С. Совместная работа оснований и фундаментов РО АЭС. *Труды НИИОСП им. И.М. Герсеванова*. 1988. Вып. 87. С. 65.
7. Соколов Н.С. Деформация основания круглого фундамента на конечном сжимаемом слое. *Труды НИИОСП им. И.М. Герсеванова*. 1987. Вып. 86. С. 56.
8. Соколов Н.С., Ушков С.М. Расчетное сопротивление грунтов в основании большеразмерных фундаментов при повышенном давлении. В кн.: *Строительные конструкции*. Чебоксары, 1992. С. 66–67.

Цифры на рисунках указывают на циклы наблюдений, соответствующие определенной нагрузке на основание. В каждом цикле наблюдений величина и направление крена определяются радиусом вектором  $\Delta h$  и углом  $\alpha$ , отсчитываемым от положительной оси ОУ.

Анализ осадок и кренов объектов № 3–5 (рис. 6–8) показывает, что также на графиках отчетливо выделяются два участка: линейный и нелинейный. Линейный участок переходит в нелинейный при среднем давлении на основание  $P = 250\text{--}300$  кПа. Крен фундаментов появляется еще при небольших нагрузках, и его величина очень незначительна. С момента, соответствующего переходу графика осадок в нелинейный участок, кривая крена тоже меняет линейность, т. е. скорости крена возрастают. С этого же момента меняется направление крена (рис. 9–11) от пристроя в противоположную сторону. Изменение направления крена не наблюдается для фундаментов объектов № 1, 2.

**Выводы.**

Изменения направления крена объясняются процессом образования уплотненной зоны под подошвой фундамента в основании при среднем давлении  $P_{11,mi} = 250\text{--}300$  кПа. При внешних нагрузках свыше этих давлений существенную роль начинает играть компонента горизонтальных перемещений, увеличивая приращение вертикальных деформаций.

В результате формирования уплотненная зона распирает грунт основания, увеличивая вертикальные и неравномерные деформации фундаментов.

**References**

1. Sokolov N.S. Forecast of settlement of large-size foundations at high pressures on the base. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 4, pp. 3–8. (In Russian).
2. Egorov K.E., Sokolov I.S. Patterns of deformation of bases of foundations with a large area. *Papers of The All-Union Conference on foundation engineering «Accelerating scientific and technical progress in foundation engineering»*. Moscow: Stroiizdat, 1987, pp. 55.
3. Egorov K.E., Sokolov N.S. Features of deformations of bases of foundations with a large area. *Papers of The Fourth All-Union Conference on foundation engineering*. Moscow: Stroiizdat, 1987. Vol. 2, pp. 44.
4. Egorov K.E., Sokolov N.S. Features of the deformations of the bases of reactor departments of Atomic Electric Stations. *Osnovaniya, fundamentey i mehanika gruntov*. 1985. No. 4, pp. 14–17. (In Russian).
5. Sokolov N.S., Ushkov S.M. Features of calculating the sediment of large-sized foundations under elevated pressure on soils. *Papers of the scientific and technical conference «Geotechnics of the Volga region-IV»*. 4.2. «Bases and foundations.» Saratov, 1989, pp. 34.
6. Sokolov N.S. Collaboration of the bases and foundations of the Russian NPP. *Trudy NIIOSP im. I.M. Gersevanova*. 1988, Vol. 87, pp. 65. (In Russian).
7. Sokolov N.S. Deformation of the base of a circular foundation on a finite compressible layer. *Trudy NIIOSP im. I.M. Gersevanova*, 1987. Vol. 86, pp. 56. (In Russian).
8. Sokolov N.S., Ushkov S.M. Estimated soil resistance at the base of large-sized foundations at elevated pressure. V kn. *Stroitel'nye konstruksii* [Building structures]. Cheboksary, 1992, pp. 66–67.



УДК 624.142:624.012.45

Т.А. НАЗАРОВ, бакалавр, Ф.Ф. ПОСЕЛЬСКИЙ, канд. техн. наук (skip\_nsk@mail.ru)  
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова (677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58)

## Конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния железобетонных свайных фундаментных конструкций жилого здания при воздействии низкой температуры

*Рассматривается поведение железобетонного свайного фундамента при превышении допустимых размеров температурных блоков в условиях низкой температуры и на вечномёрзлых грунтах. Приводятся материалы обследования здания, показано трещинообразование в фундаментных конструкциях. Выполнен прочностной расчет железобетонного свайного фундамента с проветриваемым подпольем при действии низкой температуры в программном комплексе Ansys. Анализируется напряженно-деформированное состояние за пределами упругой работы конструкции с учетом понижения жесткости конструкции при трещинообразовании с применением математической модели Вилама–Варнке. Учтены зависимости прочностных и упругопластических деформативных свойств от температуры. Результаты численного моделирования хорошо согласуются с данными обследования и показали, что трещинообразование в конструкциях цокольного перекрытия вызвано температурно-влажностными деформациями бетона и арматуры. Выявлено негативное влияние внутренних углов в планах цокольных перекрытий в участках ниш и выступов, которые являются концентраторами напряжений и способствуют трещинообразованию в конструкциях. Установлено, что температурные напряжения ярко проявляются на сваях, в опорных зонах и зонах между сваями. Даны некоторые рекомендации по проектированию фундаментных конструкций в районах с низкой температурой.*

**Ключевые слова:** температурно-влажностные воздействия, железобетонные конструкции в холодном климате, железобетонные конструкции на вечномёрзлых грунтах, нелинейные свойства бетона, трещинообразование, метод конечных элементов, первый принцип использования вечномёрзлых грунтов.

**Для цитирования:** Назаров Т.А., Посельский Ф.Ф. Конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния железобетонных свайных фундаментных конструкций жилого здания при воздействии низкой температуры // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 9–14.

T.A. NAZAROV, Bachelor, F.F. POSELSKY, Candidate of Sciences (Engineering) (skip\_nsk@mail.ru)  
M.K. Ammosov North-Eastern Federal University (58, Belinsky Street, Yakutsk, 677000, Russian Federation)

### Finite Element Analysis of Stress-Strain State of Reinforced Concrete Pile Foundation Structures of a Residential Building under Low Temperatures Impact

The behavior of a reinforced concrete pile foundation at exceeding of permissible sizes of temperature blocks under the conditions of low temperature and on permafrost soils is considered. Materials of the building inspection are presented; the formation of cracks in foundation structures is shown. Strength calculation of the reinforced concrete pile foundation with vented under-floor space under the action of low temperature was performed in Ansys software. The stress-strain state beyond the elastic work of the structure with due regard for reducing the rigidity of the structure is analyzed with the use of the Willam-Warnke mathematical model. Dependences of strength and elastic-plastic deformation properties on the temperature are taken into account. Results of the numerical simulation are in good compliance with the inspection data and showed that the crack formation in the structures of the basement floor was caused by temperature-humidity deformations of concrete and reinforcement. The negative influence of internal angles in the plans of basement floors in the areas of niches and ledges which are concentrators of stresses and promote the crack formation in the structures is revealed. It is established that temperature stresses evident in the piles, in the abutment zones and the zones between the piles. Some recommendations on designing foundation structures in areas with low temperature are made.

**Keywords:** temperature-humidity impacts, reinforced concrete structures in cold climate, reinforced concrete structures on permafrost soils, non-linear properties of concrete, crack formation, finite elements method, first principle of using permafrost soils.

**For citation:** Nazarov T.A., Poselsky F.F. Finite element analysis of stress-strain state of reinforced concrete pile foundation structures of a residential building under low temperatures impact. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 9–14. (In Russian).

При проектировании зданий и сооружений в условиях Крайнего Севера одним из значимых факторов, влияющих на несущую способность, являются низкие отрицательные температуры. Низкие климатические температуры наиболее выражено проявляются в Республике Саха (Якутия); в некоторых районах республики средняя месячная темпе-

ратура воздуха в январе достигает  $-46^{\circ}\text{C}$ , а температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 до  $-61^{\circ}\text{C}$ . В 1892 г. в Республике Саха (Якутия) в г. Верхоянске была зафиксирована абсолютно минимальная температура  $-67,8^{\circ}\text{C}$ , которая до сих пор остается рекордной для Евразии [1].

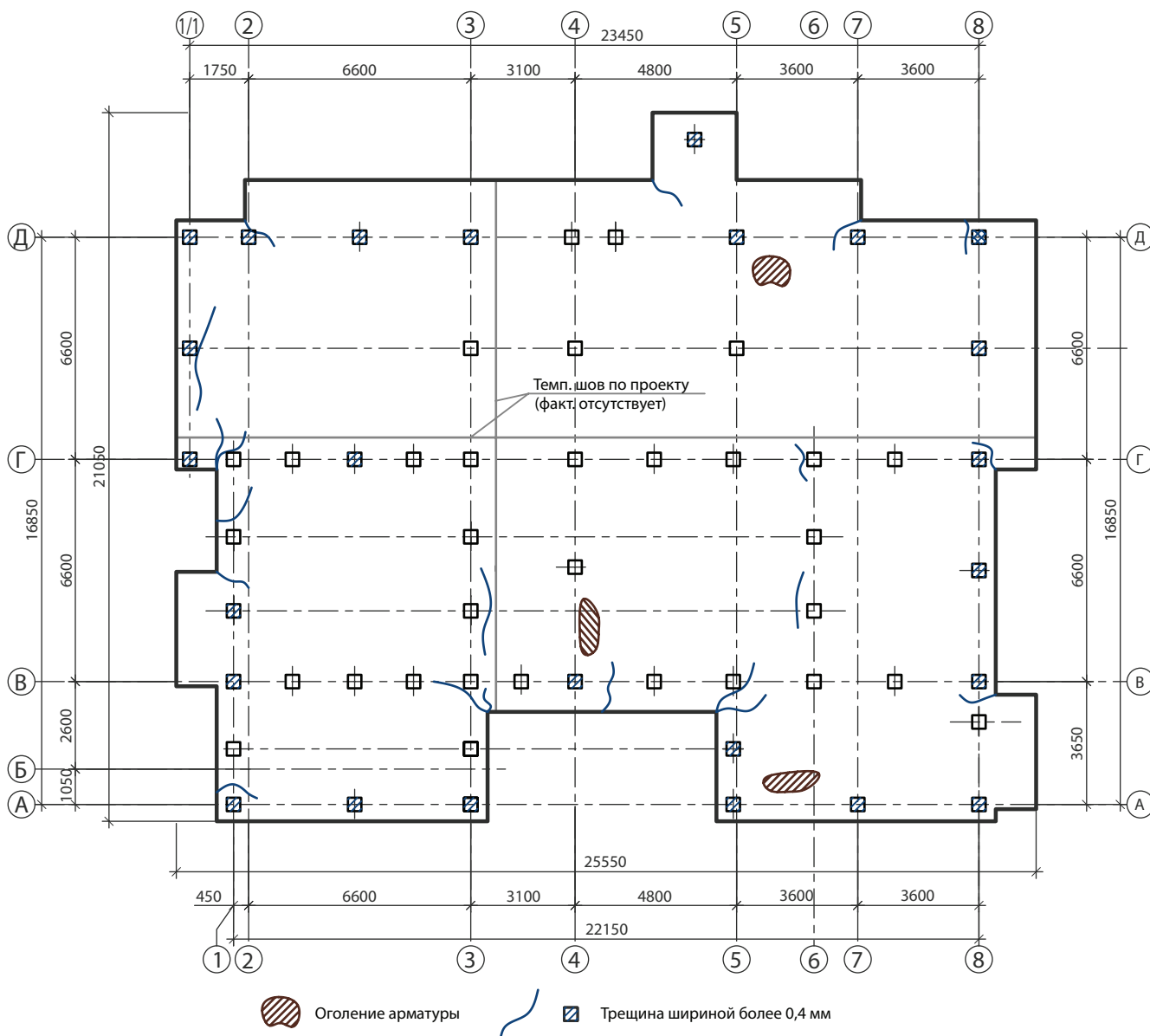


Рис. 1. Схема повреждений и дефектов (трещины с раскрытием более 0,4 мм)

В Республике Саха (Якутия) в гражданском строительстве применяют в основном первый принцип использования многолетнемерзлых грунтов – здания на свайных фундаментах с проветриваемыми подпольями высотой 1,2–1,4 м, что позволяет сохранять мерзлое состояние грунтов за весь период эксплуатации. Особенностью конструктивного решения зданий является то, что фундаментные конструкции остаются незащищенными от температурных перепадов, несущие конструкции надземной части, как правило, заводятся в теплый контур здания [2–8].

Свайные фундаменты гражданских зданий в Якутии проектируются по альбому РМ 2-77, разработанному ООО «Якутгражданпроект». При использовании данного альбома температурно-усадочные блоки фундаментных балок принимаются длиной не более 12–15 м, что, с одной стороны, ограничивает объемно-планировочные решения, затрудняет процесс строительства и увеличивает расход материалов, с другой стороны, при невыполнении данных размеров появляются температурно-усадочные трещины

в балках и плитах цокольного перекрытия и свайных конструкциях.

Вышеназванные рекомендации появились еще в 1977 г., когда отсутствовало мощное компьютерное оборудование, не применялись соответствующие программные комплексы. Поэтому представляет интерес расчет железобетонных фундаментных конструкций при низких температурах, особенно при невыполнении рекомендаций РМ 2-77 по размерам температурного блока.

В рамках магистерской работы выполнен анализ причин трещинообразования в конструкциях цокольного перекрытия и сваях жилого здания в п. Батагай Верхоянского района РС(Я).

Обследования показали, что в железобетонных конструкциях цокольного перекрытия и свайных конструкциях появились многочисленные трещины (рис. 1).

Здание трехэтажное с габаритами в осях 22,15×16,85 м и проветриваемым подпольем высотой 1–1,5 м. Надземная часть – монолитный железобетонный каркас. Фундамент из

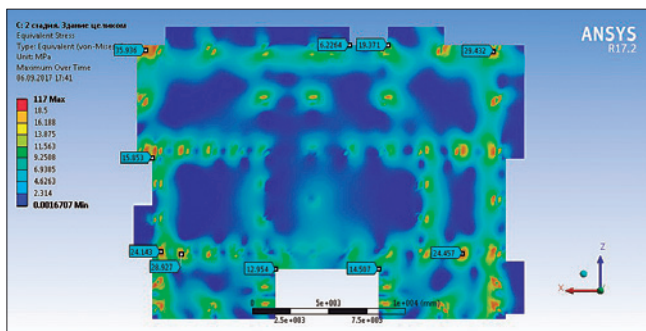


Рис. 2. Эквивалентные напряжения (напряжения фон Мизеса) при расчете в линейной стадии работы железобетона

сборных железобетонных свай сечением 40×40 см. Цокольное перекрытие безбалочное толщиной 20 см. Год начала строительства – 2016.

При анализе конструктивного исполнения здания выяснилось, что температурный блок превышает 15 м. Здание возведено с отклонениями от проектных решений – так, проектом предусмотрены температурно-усадочные швы и обвязочный ростверк (балки сечением 60×60 см); в фактическом исполнении температурно-усадочные швы и обвязочный ростверк отсутствуют, не установлены сваи, предусмотренные у температурных швов.

Предполагая, что основной причиной возникновения трещин явились температурно-влажностные воздействия, решено было расчеты выполнить в программной среде ANSYS, так как в математическом ядре данного программного комплекса хорошо реализованы основные закономерности поведения бетонов. Численные методы прочностного анализа железобетонных элементов достаточно полно описаны в литературе [9–12].

Появилась хорошая возможность проверить аппарат известного программного комплекса в сочетании с имеющимися подходами моделирования поведения бетона и арматуры для оценки термонапряженного состояния конструкций и сравнения с материалами натуральных обследований.

Для расчета железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия применялись положения СП 52-105–2009 «Железобетонные конструкции в холодном климате и на вечномёрзлых грунтах», в соответствии с которым расчет производят по двум расчетным стадиям работы железобетонной конструкции:

первая – «первое» замораживание до расчетной зимней температуры бетона конструкции; вторая – длительное попеременное замораживание и оттаивание. В первой стадии возникают наибольшие усилия от воздействия температуры и влажности воздуха, которые определяются с учетом повышения прочностных и упругопластических свойств бетона от воздействия низкой температуры (рис. 3). Во время длительного попеременного замораживания и оттаивания происходит снижение прочности и жесткости элементов и уменьшение усилий от воздействия низкой температуры.

Прочностные, упругопластические и деформативные характеристики бетона в основном зависят от его влажности. Наличие свободной влаги в бетоне после охлаждения способствует упрочнению структуры за счет появления сил смерзания льда с поверхностью цементного камня, что приводит к увеличению его прочности тем большей, чем выше его влажность; вместе с тем увеличивается и модуль упругости бетона, но увеличение влажности выше «критического водонасыщения» вызовет разрушение бетона, а не рост его прочности. Замерзание воды сопровождается увеличением объема, что уменьшает коэффициент температурной деформации [6].

Свайные фундаменты в многолетнемерзлых грунтах на воздействие горизонтальных нагрузок, вызванных температурными деформациями, работают в два этапа. На первом этапе рассматривается момент, когда грунт находится в талом состоянии, а на втором этапе – в мерзлом. Первый этап начинается с момента замыкания конструкции до полного замораживания грунта, а второй этап – с момента полного замораживания грунта до момента с минимальной среднесуточной температурой (расчетной зимней температурой). Среднемесячную температуру воздуха, при которой грунт считается полностью замороженным, допускается принимать минус 10°C [6].

Расчет усилий в фундаменте от воздействия температуры и влажности воздуха производится из условия совместной работы сваи и грунта. При этом мерзлый и талый грунт рассматривается как упругая линейно-деформируемая среда с учетом увеличения коэффициента постели по глубине заделки сваи в нижележащей толще грунта. Допускается определять усилия, рассматривая сваю как стойку, защемленную в грунте [7].

В статически неопределимых конструкциях жесткость элементов является одним из основных свойств, влияю-

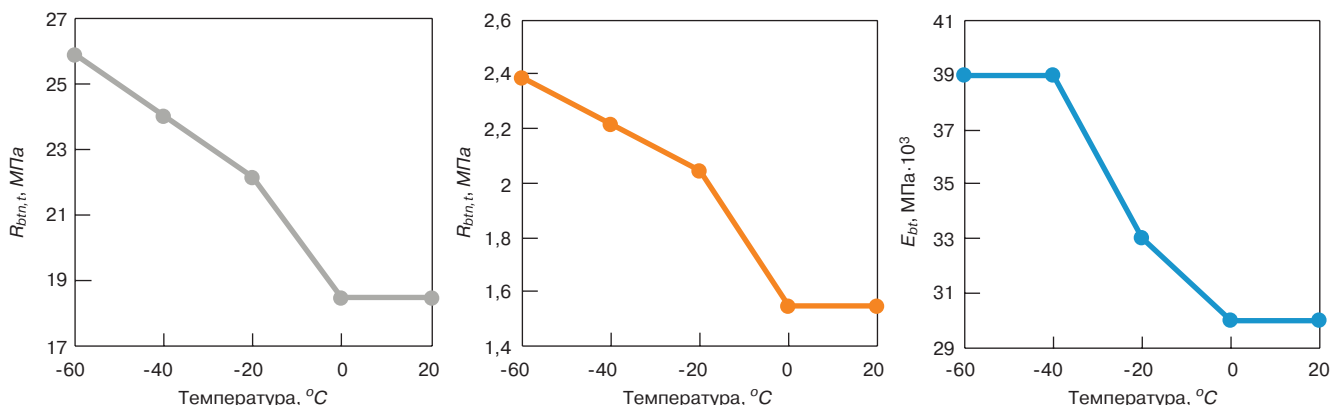


Рис. 3. Изменение прочностных и деформативных свойств в зависимости от температуры



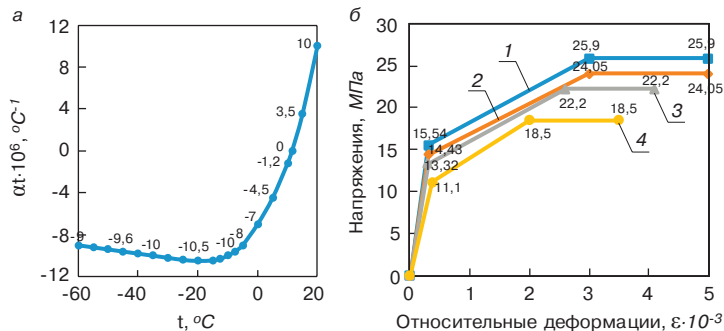


Рис. 4. Коэффициент температурной деформации (а) и трехлинейные диаграммы состояния сжатого бетона (б): 1 – -60°C; 2 – -40°C; 3 – -20°C; 4 – 0°C

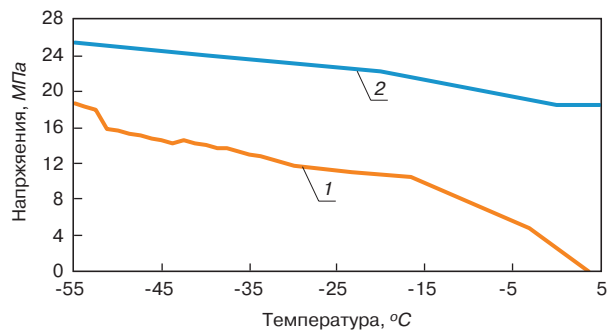


Рис. 5. График изменения максимального эквивалентного напряжения: 1 – максимальные эквивалентные напряжения; 2 – прочность бетона при сжатии

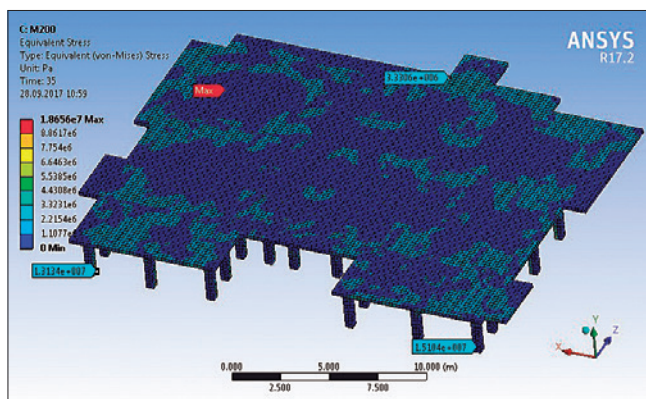


Рис. 6. Эквивалентные напряжения

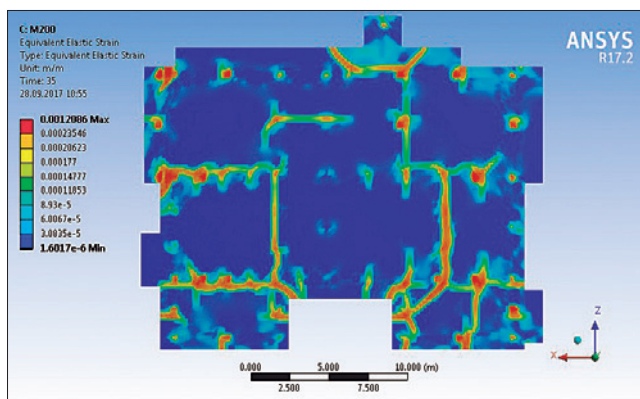


Рис. 7. Эквивалентные относительные деформации

щих на напряжения, вызванные температурными деформациями. Как и ожидалось, в рассматриваемой статически неопределимой конструкции расчет в линейной стадии работы железобетона привел к усилиям, существенно отличающимся от фактической картины трещинообразования (рис. 2).

Поэтому дальнейший анализ напряженно-деформированного состояния конструкций выполнен за пределами линейной стадии работы материала – с учетом растрескивания бетона и пластической деформации арматуры.

Для описания процесса разрушения бетона использовали модель Вилама–Варнке, конечный элемент (КЭ) которого в Ansys Mechanical обозначается Solid65. КЭ Solid65 используется для трехмерного моделирования хрупких твердых тел с арматурными стержнями, в которых твердое тело способно к растрескиванию, дроблению, пластической деформации и ползучести, а арматура – к пластической деформации и ползучести. В этот элемент включается до трех независимых армирующих материалов в предположении, что они «распределены» (smeared) по сечению элемента и работают только на растяжение и сжатие.

Моделирование трещины представляется изменением матрицы жесткости путем ослабления в направлении, нормальном к поверхности трещины. Кроме того, вводится коэффициент передачи сдвиговых усилий при открытой трещине  $\beta t$  (константа C1 в команде TB, CONCR), который уменьшает прочность на сдвиг для последующих нагрузок. Если трещина закрывается, то все сжимающие напряжения, нормальные к плоскости трещины, передаются по трещине с коэффициентом передачи сдвиговых усилий при за-

крытой трещине  $\beta c$  (константа C2 в команде TB, CONCR). Всего имеется 16 возможных комбинаций расположения трещин и соответствующих изменений матрицы жесткости, включенных в Solid65. Для улучшения сходимости учли релаксацию растягивающих напряжений при образовании трещин. При достижении предела прочности при одноосном, двухосном или трехосном сжатии материал считается раздробленным, в этом случае жесткостью элемента при дальнейшей итерации можно пренебречь [8].

При расчете на температурные воздействия приняты следующие параметры математической модели Вилама–Варнке, которые остаются постоянными при изменении температуры:

- коэффициент передачи сдвиговых усилий при открытой трещине C1 = 0,3;
- коэффициент передачи сдвиговых усилий при закрытой трещине C2 = 0,7;
- коэффициент понижения жесткости при образовании трещины в результате растяжения C9 = 0,6.

Так как выявленные трещины были получены за один цикл замораживания, проверочные расчеты проведены на «первое» замораживание до расчетной зимней температуры.

Прочностные и упругопластические деформативные свойства бетона приняты по СП 52-105–2009 и для бетона класса B25 3-й группы конструкций, защищенных от воздействия атмосферных осадков, приведены в таблице. Остальные прочностные характеристики бетона приняты по умолчанию: предел прочности при двухосном сжатии  $1,2 \cdot R_{bt,ts}$ , предел прочности при одноосном сжатии с учетом

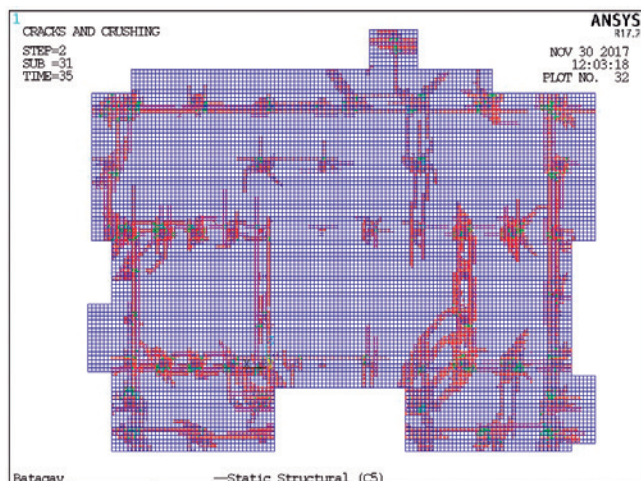


Рис. 8. Схема образования трещин

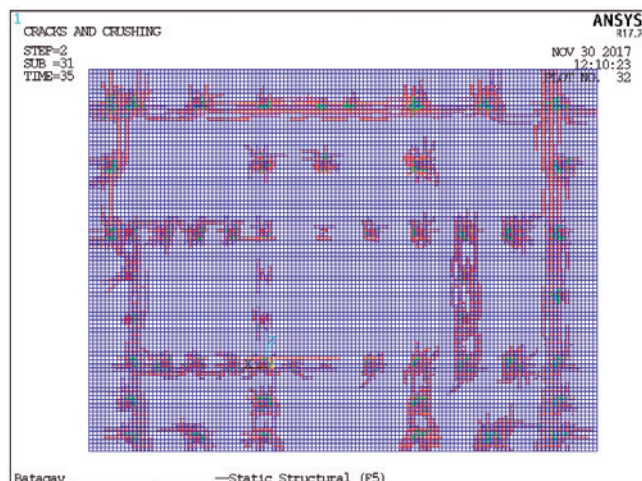


Рис. 9. Схема образования трещин без концентраторов напряжений

Температура $T$ , °C	-60	-40	-20	0	20
Нормативное сопротивление бетона при одноосном сжатии $R_{bn,s}$ , МПа	25,9	24,05	22,2	18,5	18,5
Нормативное сопротивление бетона при одноосном растяжении $R_{bn,r}$ , МПа	2,387	2,2165	2,046	1,55	1,55
Начальный модуль упругости $E_{bt}$ , МПа·10 <sup>3</sup>	39	39	33	30	30

гидростатических напряжений  $1,45 \cdot R_{bn,r}$  то же при двухосном сжатии  $1,725 \cdot R_{bn,r}$ .

В качестве диаграммы состояния бетона, определяющей связь между напряжениями и относительными деформациями, принята трехлинейная диаграмма для соответствующей температуры (рис. 4, б)

Следует заметить, что коэффициент температурной деформации бетона, по данным разных источников, не имеет однозначной трактовки (СП 52-105-2009) [1, 4, 7]. Имеются разночтения в оценке влияния окружающего грунта на работу свай от горизонтального усилия (СП 52-105-2009, СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах») [7] и др. В данной работе принято переменное значение коэффициента в соответствии с СП 52-105-2009 (рис. 4, а), коэффициент деформаций системы свая – грунт принят по [7].

Армирование конструкций учтено с помощью «распределенной» арматуры. Пластическое поведение стальной арматуры описано моделью билинейного кинематического упрочнения. Предел текучести арматуры принят 400 МПа.

По СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия» начальная температура, соответствующая замыканию конструкции, для г. Верхоянска (ближайшая к п. Батагай) равна  $t_{0w} = 0,8t_{VI} + 0,2t_I = 3,6^\circ\text{C}$ . Нормативное значение средней температуры по сечению элемента в холодное время:  $t_c = t_{ec} - 0,5 \cdot \theta_1 = -52 - 0,5 \cdot 6 = -55^\circ\text{C}$ . Расчетные изменения температуры воздуха  $\Delta t_c = t_c - t_{0w} = -55 - 3,6 = -58,6^\circ\text{C}$ . По СП 52-105-2009 расчетное изменение температуры для первого этапа работы фундамента:  $\Delta t_{c1} = -10 - t_{0w} = -10 - 3,6 = -13,6^\circ\text{C}$ ; для второго этапа:  $\Delta t_{c2} = t_c + 10 = -55 + 10 = -45^\circ\text{C}$ .

Для свай как стойки, защемленной в грунте по СП 52-105-2009, глубина от поверхности земли до уровня

заделки составила: на первом этапе работы фундамента – 1,966 м; на втором этапе – 0,827 м. Рассмотрели только второй этап работы фундамента, так как основная работа конструкции приходится именно на него.

В результате выполненных расчетов получено, что максимальные эквивалентные напряжения возникают на крайних сваях и достигают 18,66 МПа (рис. 6). График изменения максимальных эквивалентных напряжений от охлаждения с учетом релаксации напряжений при образовании трещин представлен на рис. 5. Коэффициент использования несущей способности составляет 0,72. Максимальные горизонтальные перемещения составляют 7,57 мм.

Распространение трещин на цокольном перекрытии в основном наблюдается в опорных зонах и зонах между сваями, а также во внутренних углах перекрытий, которые являются концентраторами напряжений (рис. 7, 8).

Для оценки влияния имеющихся неровностей в плане здания был выполнен расчет перекрытия без учета ниш и углублений (рис. 9). Расчет модели без неровностей – концентраторов напряжений показал пониженные эквивалентные относительные деформации на плитах. Максимальное значение понизилось с  $5,626 \cdot 10^{-4}$  до  $5,039 \cdot 10^{-4}$ , т. е. на 10,44%. Наблюдается меньшее распространение трещин.

#### Выводы.

Результаты выполненных расчетов подтвердили, что трещинообразование в конструкциях цокольного перекрытия жилого дома в п. Батагай вызвано температурно-влажностными деформациями бетона и арматуры при превышении рекомендованных РМ 2-77 размеров температурного блока.

Распределение эквивалентных относительных деформаций и трещин при расчете в нелинейной постановке по

казало в целом на качественное совпадение с картиной реального трещинообразования в цокольном перекрытии и на сваях. Что показывает на правомочность примененной расчетной модели работы железобетонного цокольного перекрытия и эффективность применения программы Ansys для анализа термонапряженного состояния железобетонных конструкций.

Выявлено негативное влияние внутренних углов в планах цокольных перекрытий в участках ниш и выступов, которые являются концентраторами напряжений и способ-

ствуют трещинообразованию в конструкциях. В проектных решениях в районах с низкой температурой желательнее избегать подобных внутренних углов.

В дальнейшем следует выполнить анализ различных конструктивных решений цокольных перекрытий: ребристых; с применением свайных кустов и жесткими ростверками; на буронабивных сваях и пр. для выработки рекомендаций по проектированию конструкций нулевого цикла в районах с низкой температурой и многолетнемерзлыми грунтами с учетом реальной работы грунта.

### Список литературы

1. Иванова Р.Н. Рекордно низкие температуры воздуха в Евразии // *Вестник ЯГУ*. 2006. № 1. Т. 3. С. 13–19.
2. Алмазов В.О., Истомин А.Д. Влияние способа водонасыщения на температурные деформации бетона при замораживании. *Воздействия внешних факторов на гидротехнические сооружения: Межвуз. сб. науч. тр.* М.: МИСИ, 1986. С. 162–169.
3. Истомин А.Д., Кудрявцев А.В. Работа статически неопределимых железобетонных элементов в условиях отрицательных температур // *Промышленное и гражданское строительство*. 2016. № 7. С. 51–55.
4. Милованов А.Ф., Самойленко В.Н. Учет воздействия низких температур при расчете конструкций // *Бетон и железобетон*. 1980. № 3. С. 25–26.
5. Москвин В.М., Капкин М.М., Савицкий А.Н., Ярмаковский В.Н. Бетон для строительства в суровых климатических условиях. Л.: Стройиздат, 1973. 172 с.
6. Муха В.И., Абакумов Ю.Н., Малков Е.Н. Основы расчета, конструирования и возведения сооружений в Якутской АССР. В 3 ч. Ч. 1: Теоретические основы расчета строительных конструкций на температурные воздействия. Якутск: Якутское книжное издательство, 1976. 248 с.
7. Рекомендации по расчету железобетонных свайных фундаментов, возводимых на вечноммерзлых грунтах, с учетом температурных и влажностных воздействий. М.: Стройиздат, 1981. 47 с.
8. Ansys Mechanical APDL Theory Reference. Release 17.2. Canonsburg. 2009. 884 p.
9. Schnobrich W.C., Suidan M. Finite Element Analysis of Reinforced Concrete // *ASCE Journal of the Structural Division*. 1973. ST10, pp. 2109–2122.
10. Taylor R.L., Beresford P.J., Wilson E.L. A Non-Conforming Element for Stress Analysis // *International Journal for Numerical Methods in Engineering*. 1976. Vol. 10, pp. 1211–1219.
11. Willam K.J., Warnke E.D. Constitutive Model for the Triaxial Behavior of Concrete // *Proceedings, International Association for Bridge and Structural Engineering*. 1975. Vol. 19, pp. 43–57.
12. Wilson E.L., Taylor R.L., Doherty W.P., Ghaboussi J. Incompatible Displacement Models // *Numerical and Computer Methods in Structural Mechanics*. Edited by S.J. Fenves, et al. Academic Press, Inc. N. Y. and London. 1973, pp. 43–57.

### References

1. Ivanova R.N. Lowest records of air temperature in Eurasia. *Vestnik YaGU*. 2006. No. 1. Vol. 3, pp. 13–19. (In Russian).
2. Almazov V.O., Istomin A.D. Influence of the water saturation on the temperature deformation of concrete under freezing. *Impacts of external factors on hydraulic engineering constructions. Collection of scientific works*. Moscow: MISI. 1986, pp. 162–169. (In Russian).
3. Istomin A.D., Kudryavtsev A.V. Behavior of statically indeterminate reinforced concrete members under negative temperatures. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2016. No. 7, pp. 51–55. (In Russian).
4. Milovanov A.F., Samoilenko V.N. Uchet vozdeystviya nizkikh temperatur pri raschete konstruksiy. *Beton i zhelezobeton*. 1980. No. 3, pp. 25–26. (In Russian).
5. Moskvina V.M., Kapkin M.M., Savitskiy A.N., Yarmakovskiy V.N. Beton dlya stroitel'stva v surovyykh klimaticheskikh usloviyakh [Concrete construction in extreme climatic conditions]. Leningrad, Strojizdat., 1973. 172 p. (In Russian).
6. Mukha V.I., Abakumov Yu.N., Malkov Ye.N. Osnovy rascheta, konstruirovaniya i vozvedeniya sooruzheniy v Yakutskoy ASSR. Part 1: Teoreticheskie osnovy rascheta stroitel'nykh konstruksiy na temperaturnye vozdeystviya [Fundamentals of design, construction and erection of structures in the Yakut ASSR. Vol. 1: Theoretical basis for calculating building structures for temperature effects.] Yakutsk: Yakutskoe knignoe izdatelstvo, 1976. 248 p. (In Russian).
7. Rekomendatsii po raschetu zhelezobetonnykh svaynykh fundamentov, vozvodimykh na vechnomerzlykh gruntakh, s uchetom temperaturnykh i vlazhnostnykh vozdeystviy [Recommendations for the calculation of reinforced concrete pile foundations, erected on permafrost soils, considering temperature and humidity effects] Moscow: Strojizdat, 1981. 47 p. (In Russian).
8. Ansys Mechanical APDL Theory Reference. Release 17.2. Canonsburg. 2009. 884 p.
9. Schnobrich W.C., Suidan M. Finite Element Analysis of Reinforced Concrete. *ASCE Journal of the Structural Division*, 1973, ST10, pp. 2109–2122.
10. Taylor R.L., Beresford P.J., Wilson E.L. A Non-Conforming Element for Stress Analysis. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 1976, vol. 10, pp. 1211–1219.
11. Willam K.J., Warnke E.D. Constitutive Model for the Triaxial Behavior of Concrete. *International Association for Bridge and Structural Engineering*, 1975, vol. 19, pp. 43–57.
12. Wilson E.L., Taylor R.L., Doherty W.P., Ghaboussi J. Incompatible Displacement Models. *Numerical and Computer Methods in Structural Mechanics*. Edited by S.J. Fenves, et al. Academic Press, Inc. N. Y. and London. 1973, pp. 43–57.



УДК 691.328.4

И.А. АНТАКОВ, инженер (igor788@bk.ru)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

## Особенности работы изгибаемых элементов с композитной полимерной арматурой под нагрузкой

Представлены результаты экспериментальных исследований прочности, трещиностойкости нормальных сечений и деформативности изгибаемых элементов, армированных композитной арматурой. В исследовании применялись стержни стеклокомпозитной и базальтокомпозитной арматуры, в том числе с предварительным натяжением. Опытные образцы балок испытывались при кратковременном приложении нагрузок. По результатам испытаний установлены нагрузки трещинообразования, достижения предельных состояний по прогибам и ширине раскрытия трещин, разрушения. Выявлена зависимость момента трещинообразования от диаметра и вида армирования. Работа балок под нагрузкой после образования трещин вплоть до разрушения характеризуется преимущественно линейной зависимостью между величинами изгибающих моментов и прогибами. Зафиксированы четыре механизма разрушения балок. Установлено, что предельные состояния по эксплуатационной пригодности наступают при 26,1–52,9% от разрушающих нагрузок, у балок с преднапряженной композитной арматурой 42,3–70,3%. Более эффективным является использование стержней меньшего диаметра.

**Ключевые слова:** неметаллическая арматура, композитная полимерная арматура, бетонные конструкции, изгибаемые элементы.

**Для цитирования:** Антаков И.А. Особенности работы изгибаемых элементов с композитной полимерной арматурой под нагрузкой // Жилищное строительство. 2018. № 5. С. 15–18.

I.A. ANTAKOV, assistant (igor788@bk.ru)

Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street., Kazan, 420043, Republic of Tatarstan, Russian Federation)

### Features of Behavior of Flexural Members with Composite Polymeric Reinforcement under Load

The article presents the results of experimental studies of strength, crack resistance of normal sections and deformability of flexural members reinforced with composite reinforcement. The study used bars of glass-composite and basalt-composite reinforcement, with pre-tensioning including. The beam specimens were subjected to the short duration loads. According to the results of the tests, cracking loads, the achievement of limit states for deflections and the width of cracks opening, fracture have been established. The dependence of the crack formation moment on the diameter of type of reinforcement has been revealed. Operation of beams under load after cracking and till failure is characterized by mostly linear dependence between the values of bending moments and deflections. Four mechanisms of destruction of beams were recorded. It is established that that the serviceability limit states come at 26.1–52.9% of rupture load, for beams with pre-stressed composite reinforcement – 42.3–70.3%. More efficient is the use of bars of smaller diameter.

**Keywords:** non-metallic reinforcement, composite polymeric reinforcement, concrete structures, flexural members.

**For citation:** Antakov I.A. Features of behavior of flexural members with composite polymeric reinforcement under load. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 15–18. (In Russian).

Эффективность использования арматуры композитной полимерной (АКП) для армирования бетонных элементов обусловлена наличием ряда преимуществ перед металлической арматурой: большее до 3,5 раз сопротивление растяжению, малый удельный вес, высокая коррозионная стойкость, низкая теплопроводность. Однако наряду с известными достоинствами у композитной арматуры существует ряд недостатков и особенностей, препятствующих ее внедрению в строительной отрасли. Основными являются: относительно низкие термическая стойкость связующего и модуль упругости по сравнению со сталью, диаграмма «напряжение – деформация» практически прямолинейна вплоть до разрушения, в связи с которыми работа конструкций с АКП может существенно отличаться от традиционных железобетонных.

Исследования российских и зарубежных ученых выявили ряд особенностей работы изгибаемых бетонных элементов с АКП под нагрузкой [1–8]:

– диаграммы для балок «изгибающий момент – прогиб» под нагрузкой характеризуются преимущественно линейными зависимостями. При этом значения прогибов в

3–4 раза выше, чем у железобетонных аналогов, и соответственно больше ширина раскрытия трещин;

– сжатая зона в нормальном сечении значительно по сравнению с железобетонными элементами уменьшается после появления трещин и затем остается практически постоянной вплоть до разрушения элемента;

– разрушение нормального сечения происходит с реализацией двух механизмов – от разрыва растянутой арматуры и от разрушения бетона в сжатой зоне, при этом разрушение элементов носит хрупкий характер;

– из-за относительно низкого модуля упругости композитов требования к прогибам и ширине раскрытия трещин могут быть основными при проектировании конструкций с АКП;

– из-за относительно высокой подверженности АКП ползучести при длительном приложении нагрузки прогибы изгибаемых элементов увеличиваются до 90% от первоначальных значений в зависимости от величины нагрузки и вида арматуры. При этом с течением времени возможно образование трещин.

Таким образом, работа изгибаемых элементов с АКП под нагрузкой имеет ряд принципиально отличных от желе-

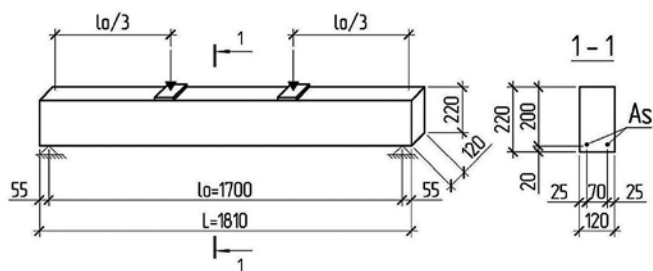


Рис. 1. Схема опирания и нагружения исследуемых балок

зобетона особенностей, что является следствием физико-механических свойств композитной арматуры.

С целью получения опытных данных, включающих прочностные и деформационные параметры (табл. 1) характер трещинообразования и разрушения, работы изгибаемых элементов с композитной арматурой проведены экспериментальные исследования образцов балок со стеклокомпозитной (АСК) и базальтокомпозитной арматурой (АБК). В исследовании фиксировались моменты достижения предельного состояния по эксплуатационной пригодности.

Опытными образцами являлись бетонные балки сечением 120×220 мм и длиной 1810 мм, армированные двумя стержнями в растянутой зоне с защитным слоем бетона 20 мм. Испытания балок проводились в соответствии с положениями ГОСТ 8829–94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости». Балки свободно оперты по двум сторонам и нагружены сосредоточенными нагрузками на расстоянии  $L/3$  с каждой стороны от опор (рис. 1), где  $L$  – расстояние между опорами.

В табл. 5 представлены характеристики опытных образцов балок. В рамках исследования использованы следующие виды АКП: серия 2 – стержни стеклопластиковой арматуры периодического профиля, рифление создано при помощи навивки базальтового волокна по ТУ 5769-248-35354501–2007; серия 3 – стержни базальтопластиковой арматуры, с опесчанной поверхностью по ТУ 2296-001-60722703–2013; серия 4 – стержни стеклопластиковой арматуры с опесчанной поверхностью по ГОСТ 31938–2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия».

На рис. 2 представлены зависимости между величинами изгибающего момента и прогибами для испытанных опытных образцов. Работа балок с композитной арматурой под нагрузкой характеризуется относительно высокой деформативностью по сравнению с соответствующими образцами со стальной арматурой и преимущественно, линейной зависимостью  $M - f$  после образования трещин вплоть до разрушения. Подобная зависимость наблюдалась у балок со стальной арматурой диаметром 12 мм, разрушение которых произошло от дробления бетона сжатой зоны. При этом напряжения в арматуре не достигли предела текучести. Диаграммы балок со стержнями диаметром 6 и 8 мм имеют характерные пологие участки, соответствующие достижению напряжением в арматуре предела текучести.

Таблица 1

Предельный изгибающий момент ( $M_{exp}$ , кН·м)

№ серии	Армирование балки	$M_{exp}$ , кН·м	Среднее значение $M_{exp}$ , кН·м	Характер разрушения балок
1	2Ø12 А400	20,333/20,333	20,333	2
	2Ø8 А400	11,172/11,563	11,368	1
	2Ø6 А400	8,211/8,1	8,156	1
2	2Ø10 АСК	21,255/23,908	22,582	2
	2Ø8 АСК	18,32/19,439	18,88	4 / 2
3	2Ø6 АСК	9,44/9,38	9,41	1
	2Ø7 АБК	16,311/16,59	16,451	3
	2Ø5 АБК	11,116/11,45	11,283	1
4	2Ø4 АБК	5,363/6,536	5,95	1
	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	11,563/11,898	11,731	2
	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	12,457/10,446	11,452	2 / 1
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	19,216	19,216	3
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	16,199/19,747	17,973	1 / 4

В связи с относительно большей деформативностью высота развития трещин у образцов с АКП выше, чем у железобетонных балок, и остается практически постоянной вплоть до разрушения элемента. Также стоит отметить, что у балок с АКП наблюдалось «разветвление» трещин (рис. 3). Подобное явление у железобетонных балок наблюдалось в момент достижения напряжений в арматуре предельную текучести.

Разрушения балок происходили по нормальному сечению. Зафиксированы следующие механизмы разрушения: 1 – разрыв арматуры; 2 – разрушение бетона в сжатой зоне; 3 – одновременно разрыв арматуры и разрушение бетона в сжатой зоне; 4 – проскальзывание арматуры. При этом с увеличением процента армирования АКП происходит изменение механизма разрушения от разрыва арматуры к дроблению бетона сжатой зоны, с промежуточным характером разрушения – одновременное разрушение по арматуре и бетону. Опытные образцы со стальной арматурой разрушались по характерным двум случаям с реализацией двух соответствующих механизмов. В результате разрушения от проскальзывания АКП на обширных зонах наблюдалось «отстреливание» защитного слоя бетона (рис. 4).

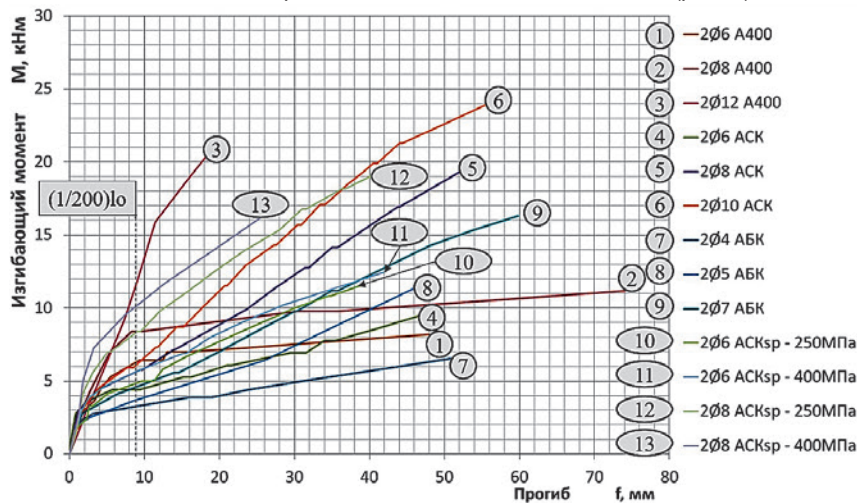


Рис. 2. Зависимости  $M - f$ , полученные по данным испытаний опытных образцов

Таблица 2

Момент трещинообразования ( $M_{cr}^{exp}$ , кН·м)

№ серии	Армирование балки	$M_{cr}^{exp}$ , кН·м	Среднее значение $M_{cr}^{exp}$ , кН·м	$M_{cr} / M_{ult}$
1	2Ø12 A400	3,575	3,575	0,176
	2Ø8 A400	3,296 / 4,18	3,738	0,33
	2Ø6 A400	2,57 / 3,156	2,863	0,372
2	2Ø10 АСК	3,24 / 3,129	3,185	0,141
	2Ø8 АСК	3,016 / 3,156	3,086	0,164
	2Ø6 АСК	3,296 / 2,737	3,017	0,319
3	2Ø7 АБК	2,095 / 2,57	2,333	0,142
	2Ø5 АБК	1,676	1,676	0,149
	2Ø4 АБК	1,201	1,201	0,202
4	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	2,18 / 3,55	2,865	0,244
	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	3,52 / 3,743	3,632	0,317
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	5,586 / 5,642	5,614	0,292
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	6,284 / 6,48	6,382	0,355

В табл. 2 представлены опытные данные прочности нормальных сечений балок. Результаты испытаний опытных образцов представлены в виде числитель/знаменатель – данных по двум опытным образцам.

В табл. 2 представлены полученные по результатам испытания опытных образцов значения моментов трещинообразования.

В отличие от образцов серий 1 и 2 в серии 3 наблюдается выраженная зависимость между величинами момента трещинообразования и диаметром стержней. С уменьшением диаметра снижается величина  $M_{cr}$ , разница между максимальным диаметром 7 мм и минимальным 4 мм составляет 48,52%. Для серии 2 такое снижение составило 5,28%. При увеличении предварительного напряжения стержней 2Ø6 мм

Таблица 3

Изгибающий момент и ширина раскрытия трещин при прогибе балок ( $f_l=(1/200)l_0$ )

№ серии	Армирование балки	Изгибающий момент M и ширина раскрытия трещин $a_{cr}$ при прогибе балок $f_l=8,55$ мм ( $l_0/200$ )				
		M, кН·м	Среднее значение M, кН·м	M/ $M_{ult}$	$a_{cr}$ , мм	Среднее значение $a_{cr}$ , мм
1	2Ø12 A400	11,08	11,08	0,545	0,15	0,15
	2Ø8 A400	8,1	8,1	0,713	0,5	0,5
	2Ø6 A400	5,58	5,58	0,684	0,8	0,8
2	2Ø10 АСК	5,86 / 5,92	5,89	0,261	0,5	0,5
	2Ø8 АСК	5,586 / 5,565	5,576	0,295	0,8	0,8
	2Ø6 АСК	3,91 / 3,85	3,88	0,412	1,1	1,1
3	2Ø7 АБК	4,5	4,5	0,274	0,5	0,5
	2Ø5 АБК	3,88 / 3,63	3,755	0,333	1,1	1,1
	2Ø4 АБК	3,15	3,15	0,529	1,35	1,35
4	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	4,6 / 5,32	4,96	0,423	0,82/0,45	0,635
	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	5,55 / 5,9	5,725	0,5	0,47/0,78	0,625
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	8,05 / 8,854	8,452	0,44	0,2 / 0,38	0,29
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	9,963 / 9,887	9,925	0,552	0,4 / 0,56	0,48



Рис. 3. Характер трещинообразования балки с 2Ø7 АБК



Рис. 4. Разрушенная балка с 2Ø8 АСК от проскальзывания арматуры стеклокомпозитная арматура (АСК) с 250 МПа до 400 МПа момент трещинообразования увеличивается на 26,77%. У образцов с 2Ø8 мм АСК на 13,68%.

В табл. 3 представлены экспериментальные значения изгибающих моментов и ширины раскрытия трещин при прогибе балок, соответствующем –  $(1/200)l_0$ .

В табл. 4 представлены экспериментальные значения изгибающих моментов при ширине раскрытия трещин, равной предельно допустимой величине 0,7 мм согласно п. Л.3.5 СП 63.13330.2012.

Прогиб балок с АКП достигал 1/200 пролета при нагрузках от 0,261 до 0,552 разрушающих. Ширина раскрытия трещин достигала предельно допустимой величины 0,7 мм при нагрузках от 0,319 до 0,703 разрушающих. С уменьшением диаметра стержней АКП отношения изгибающих моментов при достижении прогиба 1/200 пролета и ширины раскрытия трещин 0,7 мм к разрушающим значениям,  $M/M_{ult}$ , увеличиваются.

**Основные выводы по результатам выполненного исследования.**

Работа балок под нагрузкой после образования трещин вплоть до разрушения характеризуется преимущественно линейной зависимостью между величинами изгибающих моментов и прогибами  $M - f$ . Подобная зависимость наблюдалась у балок со стальной арматурой, разрушение которых произошло от дробления бетона сжатой зоны.

В связи с относительно большей деформативностью глубина развития трещин у образцов с АКП больше. В отличие от образцов со стальной арматурой и АСК с навивкой у балок

Таблица 4

Изгибающий момент при ширине раскрытия трещин ( $[a_{cr}] = 0,7$  мм)

№ серии	Армирование балки	Изгибающий момент M при ширине раскрытия трещин $[a_{cr}] = 0,7$ мм		
		M, кН·м	Среднее значение M, кН·м	M/ $M_{ult}$
2	2Ø10 АСК	5,684 / 9,412	7,548	0,334
	2Ø8 АСК	7,094 / 4,968	6,031	0,319
	2Ø6 АСК	3,519 / 3,423	3,471	0,369
3	2Ø7 АБК	7,448 / 4,128	5,788	0,352
	2Ø5 АБК	3,99	3,99	0,354
	2Ø4 АБК	2,64	2,64	0,444
4	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	3,785 / 7,15	5,468	0,466
	2Ø6 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	6,871 / 5,698	6,285	0,549
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=250$ МПа	15,94 / 11,07	13,505	0,703
	2Ø8 АСК, $\sigma_{sp}=400$ МПа	12,37 / 10,67	11,52	0,641



Таблица 5

Характеристики серий опытных образцов балок

№ серии	Класс бетона	Продольное армирование				
		Количество и диаметр стержней, класс, величина преднапряжения	Расчетный диаметр, мм	Процент армирования $\rho$ , %	Модуль упругости $E_s(f)$ , МПа	Сопротивление растяжению $R_s(f)$ , МПа
1	B30	2 $\varnothing$ 12 A400	12	0,942	200000	400
		2 $\varnothing$ 8 A400	8	0,421		
		2 $\varnothing$ 6 A400	6	0,238		
2	B40	2 $\varnothing$ 10 АСК	8,6	0,484	51500	1200
		2 $\varnothing$ 8 АСК	7	0,321		
		2 $\varnothing$ 6 АСК	5	0,164		
3	B35	2 $\varnothing$ 7 АБК	7	0,321	50000	1000
		2 $\varnothing$ 5 АБК	5,3	0,184		
		2 $\varnothing$ 4 АБК	4	0,105		
4	B15	2 $\varnothing$ 6 АСК $\sigma_{sp}=250; 400$ МПа	6,3	0,26	52000	1280
	B20	2 $\varnothing$ 8 АСК $\sigma_{sp}=250; 400$ МПа	8	0,419		

с стеклокомпозитная арматура (АБК) с опесчанной поверхностью наблюдается более выраженная зависимость между величинами момента трещинообразования  $M_{кр}$  и диаметром стержней. С уменьшением диаметра снижается величина  $M_{кр}$ .

По результатам испытаний зафиксированы следующие механизмы разрушения балок с АКП: 1 – разрыв арматуры; 2 – разрушение бетона в сжатой зоне; 3 – одновременно – разрыв арматуры и разрушение бетона в сжатой зоне; 4 – продергивание арматуры. Разрушение всех образцов с АКП имело хрупкий характер. Однако относительно высокая деформативность балок с композитами может быть расценена как признак, предшествующий разрушению.

Деформативность балок с АКП, в пределах нормативного прогиба, порядка 27–45 % выше, чем у балок со стальной арматурой, деформативность образцов с преднапряженной АСК на 10–130% ниже, чем у балок с АКП без предварительного напряжения.

Предельные состояния по эксплуатационной пригодности наступают при 26,1–52,9% от разрушающих нагрузок – при нормативном прогибе 1/200 пролета, 31,9–44,4% – при предельно допустимой ширине раскрытия трещин 0,7 мм. При этом с уменьшением диаметра АКП изгибающие моменты, соответствующие предельным состояниям по эксплуатационной пригодности, приближаются к разрушающим. У балок с преднапряженной АСК 42,3–55,2% – при нормативном прогибе и 46,6–70,3% – при предельно допустимой ширине раскрытия трещин. Более эффективным является использование стержней меньшего диаметра АКП.

Список литературы

1. Al-Sunna R., Pilakoutas K., Hajirasouliha I., Guadagnini M. Deflection behavior of FRP reinforced concrete beams and slabs: An experimental investigation // *Composites Part B: Engineering*. 2013. 43 (5). 23 p.
2. Barris C., Torres L., Turon A., Baena M., Mias C. Experimental study of flexural behaviour of GFRP reinforced // *Fourth International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE2008)*. Zurich, Switzerland, 22–24 July 2008.

3. Barris C., Torres L., Comas J., Mias C. Cracking and deflections in GFRP RC beams: an experimental study // *Composites: Part B*. 2013. 55. P. 580–590.
4. Mahdi Feizbahr, Jayaprakash, Morteza Jamshidi, Choong Kok Keong. Review on Various Types and Failures of Fibre Reinforcement Polymer // *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2013. 13 (10). P. 1312–1318.
5. Pawlowska D., Szumigala M. Flexural behaviour of full-scale basalt FRP RC beams – experimental and numerical studies // *7th Scientific-Technical Conference Material Problems in Civil Engineering (MATBUD'2015)*. Procedia Engineering. 2015. 108. P. 518–525.
6. Urbanski M., Garbacz A., Lapko A. Investigation on concrete beams reinforced with basalt rebars as an effective alternative of conventional R/C structures // *Proceedings of the 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques. Procedia Engineering*. 2013. 57. P. 1183–1191.
7. Климов Ю.А., Солдатченко А.Д., Витковский Ю.А. Экспериментальные исследования композитной арматуры на основе базальтового и стеклянного ровинга для армирования бетонных конструкций // *Бетон и железобетон*. 2012. № 2 (7). С. 106–109.
8. Фролов Н.В. Экспериментальные исследования образцов армобетонных балок в растянутой зоне, армированных стеклопластиковыми стержнями // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 2. С. 46–50.

References

1. Al-Sunna R., Pilakoutas K., Hajirasouliha I., Guadagnini M. Deflection behavior of FRP reinforced concrete beams and slabs: An experimental investigation. *Composites Part B: Engineering*, 43 (5). 2012. 23 p.
2. Barris C., Torres L., Turon A., Baena M., Mias C. Experimental study of flexural behaviour of GFRP reinforced. Fourth International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE2008). Zurich, Switzerland, 22–24 July 2008.
3. Barris C., Torres L., Comas J., Mias C. Cracking and deflections in GFRP RC beams: an experimental study. *Composites: Part B*, 55. 2013, pp. 580–590.
4. Mahdi Feizbahr, Jayaprakash, Morteza Jamshidi, Choong Kok Keong. Review on Various Types and Failures of Fibre Reinforcement Polymer. *Middle-East Journal of Scientific Research* 13 (10). 2013, pp. 1312–1318.
5. Pawlowska D., Szumigala M. Flexural behaviour of full-scale basalt FRP RC beams – experimental and numerical studies. *7th Scientific-Technical Conference Material Problems in Civil Engineering (MATBUD'2015)*. Procedia Engineering 108. 2015, pp. 518–525.
6. Urbanski M., Garbacz A., Lapko A. Investigation on concrete beams reinforced with basalt rebars as an effective alternative of conventional R/C structures. *Proceedings of the 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques. Procedia Engineering* 57. 2013, pp. 1183–1191.
7. Klimov Y.A., Soldatchenko A.D., Witkowski J.A. Experimental study of composite reinforcement on the basis of basalt and glass roving for reinforcement of concrete structures. *Beton i zhelezobeton*. 2012. No. 2 (7), pp. 106–109 (In Russian).
8. Frolov N.V. Experimental research of concrete beams with glass-plastic bars in tensioned area. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova*. 2016. No. 2, pp. 46–50. (In Russian).



УДК 693.95

П.Д. АРЛЕНИНОВ, канд. техн. наук (arleninoff@gmail.com), С.Б. КРЫЛОВ, д-р техн. наук

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ) АО НИЦ «Строительство» (109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., 6, корп. 1)

## Примеры усиления аварийных железобетонных конструкций

*Аварийные конструкции – это особые конструкции, при усилении которых нужен специальный подход, поскольку любые ошибки могут привести к непоправимым последствиям. Решать проблемы усиления таких конструкций необходимо осторожно, поскольку практически любое усиление подразумевает включение существующей (аварийной) конструкции в работу и оказание какого-либо дополнительного воздействия на такую конструкцию. Приведено несколько примеров усиления железобетонных конструкций, находящихся в аварийном состоянии, из архива работ, выполненных лабораторией инженерных методов исследования железобетонных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева. Приведенные примеры показывают, что рекомендации по усилению аварийных конструкций могут различаться в зависимости от каждого конкретного случая.*

**Ключевые слова:** несущая способность, деформации, повреждения, усиление, армирование, аварийные конструкции, обрушение, разгрузка, демонтаж, расчет.

**Для цитирования:** Арленинов П.Д., Крылов С.Б. Примеры усиления аварийных железобетонных конструкций // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 19–23.

P.D. ARLENINOV, Candidate of Sciences (Engineering) (arleninoff@gmail.com), S.B. KRYLOV, Doctor of Sciences (Engineering) Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev (NIIZHB), JSC “Research Center of Construction” (6, 2nd Institutskaya Street, 109428, Moscow, Russian Federation)

### Examples of Strengthening of Dangerous Reinforced Concrete Structures

Dangerous structures are special structures which require a special approach when strengthening them, since any errors can lead to irreparable consequences. To solve the problems of strengthening of such structures is necessary very carefully, since practically any strengthening involves incorporating the existing (dangerous) structure in the operation and providing any additional impact on such a structure. A few examples of strengthening of reinforced concrete structures in the dangerous state are presented from the archive of works conducted by the Laboratory of engineering methods of study of reinforced concrete structures of A.A. Gvozdev NIIZHB. These examples show that the recommendations for strengthening dangerous structures can vary depending on every concrete case.

**Keywords:** bearing capacity, deformation, damages, strengthening, reinforcement, dangerous structures, collapse, unloading, dismantling, calculation.

**For citation:** Arleninov P.D., Krylov S.B. Examples of strengthening of dangerous reinforced concrete structures. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 19–23. (In Russian).

Аварийное состояние – категория технического состояния конструкции или здания в целом, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения. Специалистам НИИЖБ им. А.А. Гвоздева с такими конструкциями приходилось сталкиваться достаточно часто и к усилению каждой такой конструкции подходить индивидуально [1–4]. Далее приведены несколько особенно интересных примеров из архива выполненных работ, отличающихся конечным результатом при схожих начальных данных – аварийной конструкции.

#### Аварийные монолитные железобетонные балки строящегося здания бизнес-центра в Москве

В ходе проведения финишных ремонтных работ по зданию рабочими было обнаружено большое количество трещин в монолитных балках. Причина их появления – грубейшие ошибки при проектировании. Этажи здания располагаются ступенями, образуя террасы, и несущие колонны вышележащих этажей опираются как раз на ис-

комые балки. Проведенное авторами обследование и проверочные расчеты показали, что трещины силовые (вертикальные в центральной части балок и наклонные в зоне опор), причем расчетные нагрузки на перекрытия здания еще не были приложены. Характер трещин свидетельствует о значительном недостатке фактического армирования и соответственно об аварийном состоянии конструкции. Сразу провести классическое усиление такой конструкции (железобетонной обоймой) не представляется возможным, поскольку начинать работы нельзя из-за возможности обрушения. Поэтому был принят вариант поэтапного усиления конструкции:

– вначале выполняется временное быстровозводимое громоздкое усиление данной конструкции, необходимое на время проведения основных работ (рис. 1);

– далее выполняется текущий ремонт балок – инъекция трещин эпоксидными составами;

– затем выполняется основное усиление – просверливаются отверстия в перекрытии, вдоль балки пропускаются хомуты; на них подвешивается нижняя арматура усиления

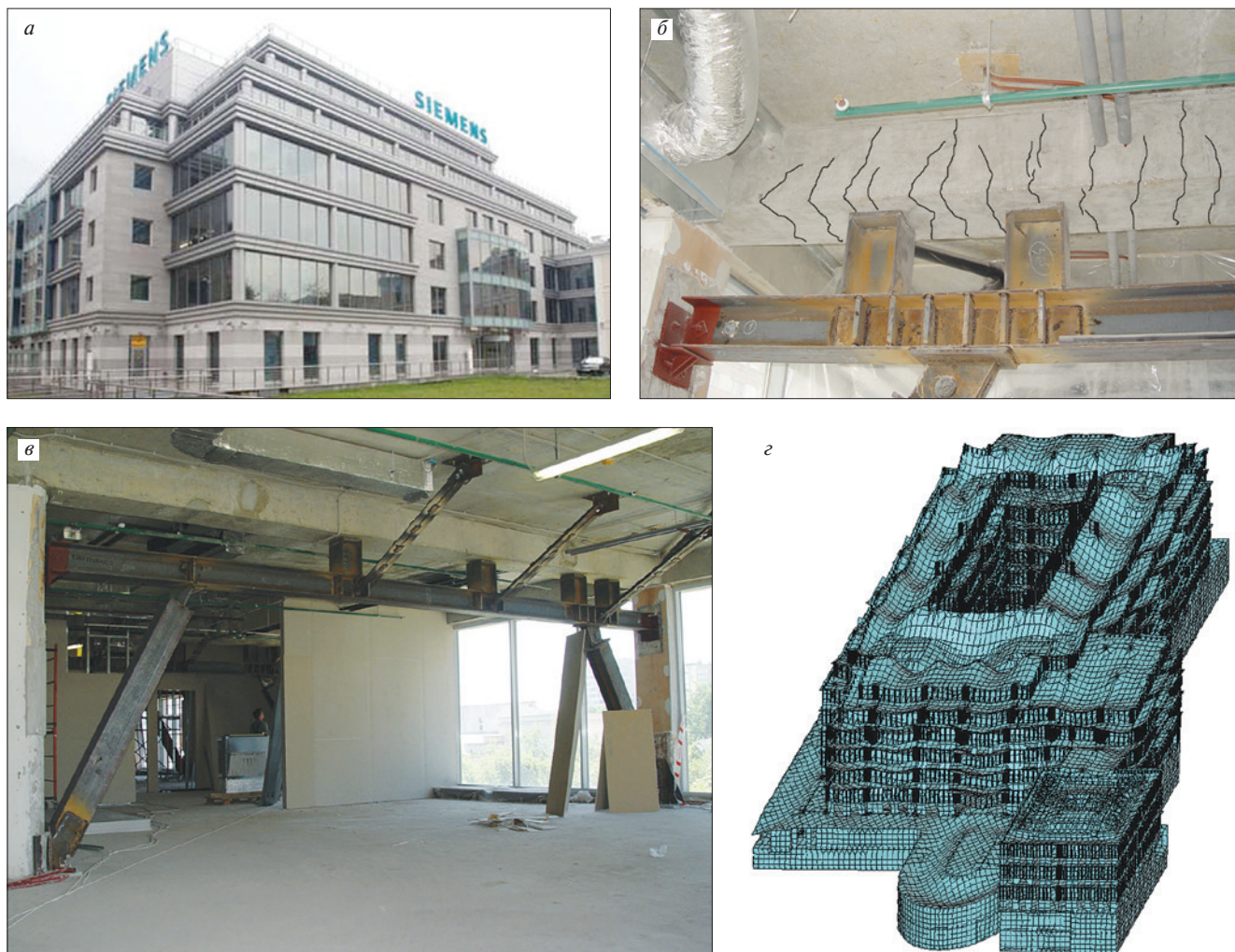


Рис. 1. Общий вид здания (а), аварийная балка (б), временные конструкции усиления (в), трехмерная расчетная модель здания (z)

в пролете балки; сбивается защитный слой бетона в верхней части балки над опорами и устраивается дополнительное армирование: через «коротыши», приваренные к существующим стержням; бетонирование нижней поверхности балки выполняется торкрет-бетоном; верхняя поверхность балки заливается классическим способом;

– после набора прочности бетона усиления металлические порталные конструкции временного усиления срезаются (рис. 2).

При выполнении обследования, проведении поверочных расчетов и оценки возможности усиления перегруженных конструкций использовался большой опыт работ, выполненных авторами [2–4] и другими исследователями [5–11], а также рекомендации нормативной литературы ГОСТ 24452–80 «Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона», СП.63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения», СП.52-103–2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий».

#### Аварийные монолитные железобетонные перекрытия строящегося здания торгового центра в Туле

Строительство данного здания было некоторое время законсервировано, и при возобновлении строительных работ подрядчиком обнаружено значительное количество тре-

щин как на нижней поверхности плит перекрытий, так и на верхней поверхности у колонн в зоне максимальных изгибающих моментов. Дополнительно к этому практически все перекрытия имели значительные прогибы, заметные даже визуально без использования измерительного оборудования, причем расчетные нагрузки на перекрытия здания, аналогично первому примеру, также еще не были приложены (рис. 3). Характер данных трещин (расположение и ширина раскрытия) позволяют однозначно классифицировать данное перекрытие как аварийное.

Были проведены работы по определению фактического армирования и прочности бетона на соответствие проекту и выполнены поверочные расчеты; по их результатам оказалось, что перекрытия полностью удовлетворяют как условиям прочности, так и жесткости (расчет по второй группе предельных состояний), и соответственно одна-единственная причина, по которой эти трещины могли появиться, – это ранний демонтаж опалубки или расстановка недостаточного количества опалубочных стоек при бетонировании и последующем переопирании. Т. е. перекрытие было залито, практически сразу треснуло, прогнулось, далее набрало прочность и стабилизировалось. В данном случае усиление псевдоаварийной конструкции сводится к простому ремонту трещин для обеспечения требований по долговечности, предъявляемым к данным конструкциям.



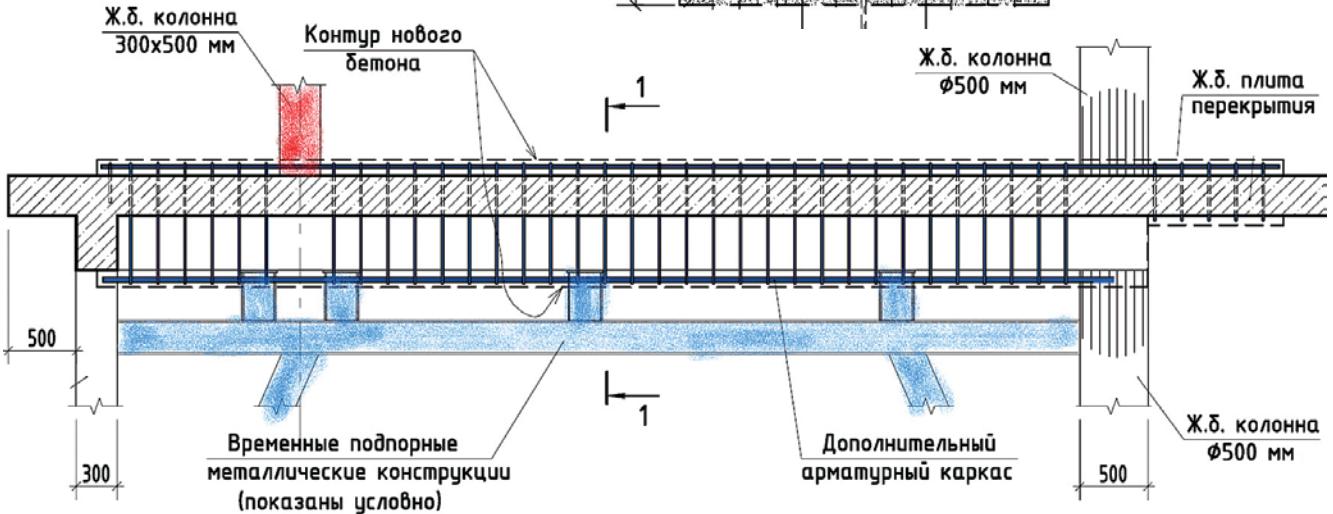
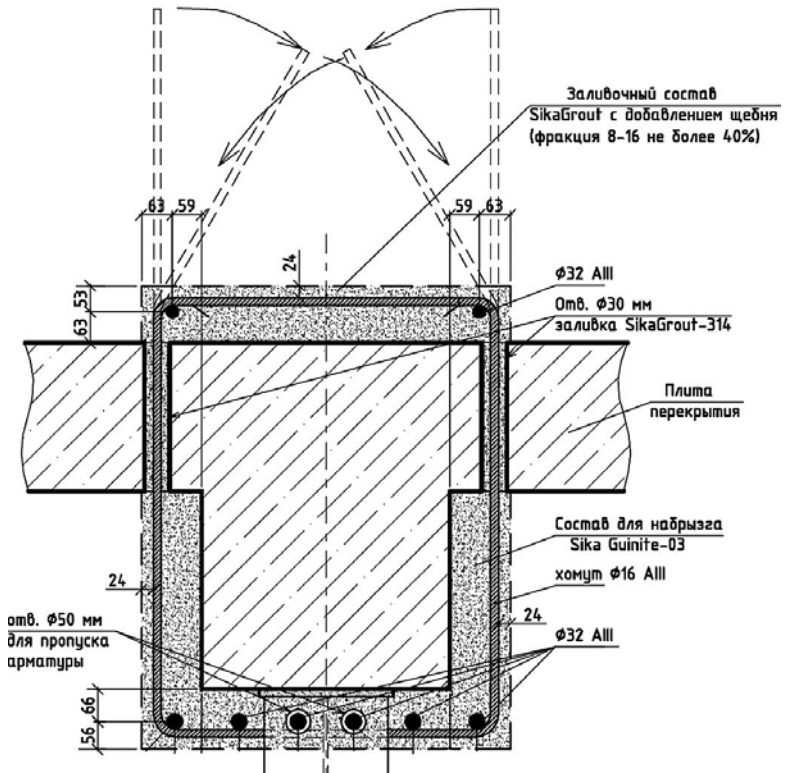


Рис. 2. Этапы усиления аварийных монолитных балок железобетонной обоймой





Рис. 3. Значительные деформации и силовые трещины в монолитных перекрытиях



Рис. 4. Состояние сооружения резервуара после обрушения



### Аварийные сборные железобетонные конструкции частично обрушенного сооружения резервуара для питьевой воды в Зеленограде (Московская обл.)

Данное сооружение примечательно тем, что при его строительстве были допущены ошибки на всех возможных этапах и совокупность этих ошибок привела к критическим последствиям: сломались сборные железобетонные балки, вышележащие конструкции рухнули в воду, образовавшемся избыточным давлением воды выбило одну из ограждающих стен резервуара. Необходимо было произвести обследование на предмет выявления причин обрушения, а также возможности эксплуатации необрушенных конструкций данного сооружения и их усиления. В ходе работы было выявлено:

– при проектировании в балках была назначена рабочая арматура, меньшая по диаметру, чем требовалось по расчету;

– на заводе при армировании балки из-за отсутствия арматуры нужного диаметра была установлена арматура меньшего диаметра;

– были допущены грубейшие нарушения при монтаже конструкций;

– были допущены ошибки при засыпке резервуара грунтом: изначально весь грунт был свален в одну большую кучу посередине резервуара с планируемым в дальнейшем распределением по площади покрытия. Распределение грунта по поверхности резервуара производилось бульдозером – в этот момент и произошло обрушение (рис. 4).

Учитывая все допущенные ошибки, а также опасность дальнейшего внезапного обрушения (на рис. 4 отмечены площадки опирания плиты покрытия на ригель), было принято решение выполнить демонтаж всех конструкций до основания и заново возвести данное сооружение.

Приведенные в статье примеры показывают, как могут различаться рекомендации по усилению аварийных конструкций в зависимости от каждого конкретного случая.

### Список литературы

1. Травуш В.И., Конин Д.В., Рожкова Л.С., Крылов А.С., Каприелов С.С., Чилин И.А., Мартиросян А.С., Фимкин А.И. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкций, работающих на внецентренное сжатие // *ACADEMIA. Архитектура и строительство*. 2016. № 3. С. 127–135.
2. Арленинов П.Д. Опыт разработки усиления железобетонного путепровода металлоконструкциями // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 1. С. 37–38.
3. Арленинов П.Д., Крылов С.Б. Роль схемы приложения нагрузки для обеспечения несущей способности строительных конструкций // *Жилищное строительство*. 2018. № 4. С. 30–33.
4. Арленинов П.Д., Крылов С.Б. Современное состояние нелинейных расчетов железобетонных конструкций // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2017. № 3. С. 50–53.
5. Галустов К.З. Нелинейная теория ползучести бетона и расчет железобетонных конструкций. М.: Изд. физ.-мат. литературы, 2006. 120 с.
6. Шулятьев О.А., Мозгачева О.А., Поспехов В.С. Освоение подземного пространства городов. М.: АСВ, 2017. 510 с.
7. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций. М.: Студент, 2014. 539 с.
8. Римшин В.И., Бондаренко В.М., Бакиров Р.О., Назаренко В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. М.: Студент, 2010. 887 с.
9. Alexander M.G. Aggregates and the Deformation Properties of Concrete // *ACI Materials Journal*. 1996. Vol. 93 (No. 6), pp. 569–577.
10. Ларионов Е.А., Римшин В.И., Василькова Н.Т. Энергетический метод оценки устойчивости сжатых железобетонных элементов // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2012. № 2. С. 77–81.
11. Haranki B. Strength, modulus of elasticity, creep and shrinkage of concrete used in Florida. University of Florida. 2009. 176 p.

### References

1. Travush V.I., Konin D.V., Rozhkova L.S., Krylov A.S., Kapriyelov S.S., Chilin I.A., Martirosyan A.S., Fimkin A.I. Experimental study of composite structures, working for eccentric compression. *ACADEMIA. Arhitektura i stroitel'stvo*. 2016. No. 3, pp. 127–135. (In Russian).
2. Arleninov P.D. Experience of development of strengthening of the reinforced concrete overpass metalwork. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 1, pp. 37–38. (In Russian).
3. Arleninov P.D., Krylov S.B. Role of load application scheme for ensuring the bearing capacity of building structures. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 4, pp. 30–33. (In Russian).
4. Arleninov P.D. Krylov S.B. Current state of nonlinear calculations of reinforced concrete designs. *Seismostoi-koe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2017. No. 3, pp. 50–53. (In Russian).
5. Galustov K.Z. Nelinejnaja teorija polzuchesti betona i raschet zhelezobetonnykh konstrukcij. [Nonlinear theory of creep of concrete and calculation of reinforced concrete designs]. Moscow: Izdatel'stvo fiz.-mat. literatury. 2006, pp. 94–110.
6. Shulyat'ev O.A., Mozgacheva O.A., Pospekhov V.S. Osvoenie podzemnogo prostranstva gorodov [Development of underground space of the cities]. Moscow: ASV. 2017 510 p.
7. Bondarenko V.M., Rimshin V.I. Primery rascheta zhelezobetonnykh i kamennykh konstruksii. [Examples of calculation of reinforced concrete and stone designs]. Moscow: Student, 2014. 539 p.
8. Rimshin V.I., Bondarenko V.M., Bakirov R.O., Nazarenko V.G. Zhelezobetonnye i kamennye konstrukcii [Reinforced concrete and stone designs]. Moscow: Student. 2010, 887 p.
9. Alexander M.G. Aggregates and the Deformation Properties of Concrete. *ACI Materials Journal*. 1996. Vol. 93 (No. 6), pp. 569–577.
10. Larionov E.A., Rimshin V.I., Vasil'kova N.T. Power method of assessment of stability of the compressed reinforced concrete elements. *Stroitel'naja mehanika inzhenernykh konstrukcij i sooruzhenij*. 2012. No. 2, pp. 77–81. (In Russian).
11. Haranki B. Strength, modulus of elasticity, creep and shrinkage of concrete used in Florida. University of Florida. 2009. 176 p.

## Компания «Альфа Групп Инвест» занимает одну из лидирующих позиций на рынке современного градостроительства Севастополя



Дома коттеджного типа  
(г. Севастополь, ул. Готская и Фиолентовское шоссе)



ЖК «Дергачев». Сданные дома  
(г. Севастополь, ул. Горпищенко, 143-145)

С 2013 г. ООО «Альфа Групп Инвест» специализируется на капитальном строительстве в Севастополе и Ялте. Основная задача заключается в строительстве комфортабельных, уютных, современных домов высокого уровня, отличающихся стильной архитектурой и развитой инфраструктурой, необходимой городским жителям.

Компания Альфа Групп Инвест ставит перед собой приоритетные задачи:

- возведение новых домов в экологически чистых, комфортных районах города;
- обеспечение домов всеми необходимыми коммуникациями;
- улучшение инфраструктуры новых зданий и района;
- благоустройство придомовой территории;
- выгодные условия покупки.

ООО «Альфа Групп Инвест» выступает в качестве проектировщика и застройщика. Разрабатывая и возводя новостройки Севастополя, компания использует передовые технологии, инновационные материалы и надежное оборудование, что служит гарантией качества и безопасности с соблюдением установленных норм и требований, обозначенных сроков и условий.

Квартира от застройщика ООО «Альфа Групп Инвест» в Севастополе – доступное, уютное жилье по разумным ценам. Компания предлагает купить квартиру в Севастополе стоимостью от 45 тыс. р. за м<sup>2</sup>, в наиболее удобном и выгодном районе города. Жилые комплексы располагаются в благоустроенных, красивых местах с хорошо развитой инфраструктурой.

Новые проекты рассчитаны на гостей и жителей города с разным уровнем достатка. В жилых комплексах найдутся малогабаритные, но уютные и светлые однокомнатные квартиры, а также двух-, трехкомнатные квартиры, дома коттеджного типа с собственным гаражом и высокими потолками. Кроме того, компания идет навстречу своим клиентам и предлагает купить квартиру в рассрочку до конца строительства.

Новый проект компании ЖК «Дергачев» включает 16 десятиэтажных монолитно-каркасных домов, находится на возвышенности, с которой открывается потрясающий вид на лес, горы и море. Отличается

перспективной инфраструктурой и выгодным месторасположением. Дорога до центра города на маршрутном такси или троллейбусе займет около 20 мин. В непосредственной близости находятся главные достопримечательности Севастополя: мемориальный комплекс «Диорама» и парк «Малахов Курган». Перспективы инфраструктуры: супермаркеты, магазины, детские сады и школы, поликлиники, автозаправочные станции, кафе и рестораны, собственный паркинг на 71 машиноместо; большая и безопасная детская площадка. В квартирах площадью от 28, 85 до 130 м<sup>2</sup> предлагается три варианта отделки: черновая отделка – возможность спланировать ремонт самостоятельно; под чистовую отделку – территория для фантазии жильцов; ремонт от застройщика – только установить мебель.

Для реализации своих проектов компания Альфа Групп Инвест использует современные лицензированные строительные материалы и уделяет особое внимание таким аспектам, как планировка, зонирование, освещенность помещений, обустройство территории. Новостройки Ялты и Севастополя находятся в районах с хорошей экологией и развитой инфраструктурой.

Альфа Групп Инвест – ваш надежный партнер и соратник, готовый предоставить лучшие условия для покупки собственного жилья.



ЖК «Красноармейский»  
(г. Ялта, ул. Красноармейская улица, 40Г)



**Альфа Групп Инвест** отдел продаж:

8 800 707 51 92

www.alfa-group-invest.ru

alfagroupinvest@mail.ru

г. Севастополь, ул. Шелкунова

73-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне  
ПОСВЯЩАЕТСЯ



УДК 692.842

П.Н. УМНЯКОВ, д-р техн. наук

Институт искусств реставрации (105037, г. Москва, Городок им. Баумана, 3, корп. 4)

## Инженерные решения, реализованные в годы Великой Отечественной войны

*Рассматриваются объемно-планировочные, конструктивные решения и системы вентиляции Центрального академического театра Российской Армии (бывшего театра Красной Армии), построенного в конце 1930-х гг. в Москве. Это здание было первым театром, спроектированным после 1917 г., поэтому многие решения, как объемно-планировочные, так и конструктивные, а также решения инженерных систем были приняты советскими проектировщиками впервые. Также в статье приведены объемно-планировочные решения землянок-бомбоубежищ и систем вентиляции бомбоубежищ, в которых жители Москвы спасались от бомбежек. Приведены эпизоды окончания Великой Отечественной войны, связанные с разминированием Рейхсканцелярии в Берлине в мае 1945 г.*

**Ключевые слова:** температура, приточная вентиляция, вытяжная вентиляция, воздухообмен, комфортные воздушно-влажностные условия, влагообмен.

**Для цитирования:** Умняков П.Н. Инженерные решения, реализованные в годы Великой Отечественной войны // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 25–28.

P.N. UMNYAKOV, Doctor of Sciences (Engineering)

Art Institute of Restoration (3, bldg.4, N.Bauman Township, 105037, Moscow, Russian Federation)

### Engineering Solutions Implemented During the Great Patriotic War

Space-planning, structural concepts and ventilation systems of the Central Academic Theater of the Russian Army (former the Red Army Theatre) built in the end of 1930s in Moscow are considered. This building was the first theatre built after 1917, that's why many solutions, both space-planning and structural, as well solutions of engineering systems were adopted by Soviet designers for the first time. The article also presents the space-planning solutions of dugout-bomb shelters and ventilation systems of bomb-shelters in which the inhabitants of Moscow escaped from the bombing. Some episodes of the end of the Great Patriotic War connected with the mine clearing of the Reich Chancellery in Berlin in May 1945 are given.

**Keywords:** temperature, supply ventilation, extract ventilation, air exchange, comfort air-humidity conditions, moisture exchange.

**For citation:** Umnyakov P.N. Engineering solutions implemented during the Great Patriotic war. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 25–28. (In Russian).

С начала Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. начались налеты немецкой авиации через подмосковную Тарасовку на оружейные (оборонные) предприятия в Подлипках. В Москве на Пушкинской площади были построены показательные образцы землянок-бомбоубежищ для гражданского населения. При воздушных налетах фашистской авиации они должны были защищать мирных жителей Подмосковья от обстрелов и бомбежек. Такие землянки в форме буквы «Г» в плане с накатом из бревен и толстым слоем насыпной земли были устроены и в Тарасовке, где находилась семья автора. Когда объявлялась воздушная тревога и фашистские самолеты летели бомбить Подлипки, все члены семьи спускались в землянку: взрослые садились на лавочку, а дети располагались лежа на деревянных полотах. Тарасовку самолеты на пути к Подлипкам не бомбили, однако неоднократно фашистские летчики стреляли по дачному поселку, и выкопанные землянки-бомбоубежища спасли жизнь многим жившим на дачах [1–4].

После возвращения в Москву при объявлении сигнала «Воздушная тревога» все направлялись в метро. Дорога от дома № 19 на ул. Петровка, где проживала наша семья,

до метро «Охотный ряд» занимала 7–9 мин. В помещении станции метро выдавали деревянные щиты, люди направлялись в тоннель и клали их на рельсы: дети ложились на щиты, а взрослые садились рядом. После объявления сигнала «Отбой» все покидали метро и возвращались домой. По воспоминаниям автора, при входе и выходе из метрополитена не было ни толкотни, ни давки.

Позже, когда сигнал «Воздушная тревога» объявлялся по радио, основная часть жителей дома автора спускалась в подвал, который был оборудован под бомбоубежище. При малом объеме подвальных помещений и скоплении большого количества людей там было тепло и свободно дышалось. Позже автору стало известно, что созданием благоприятных температурных условий в бомбоубежищах занималась специальная военизированная организация. Одним из ее руководителей был отец автора – инженер-теплотехник Н.Н. Умняков, который окончив реальное училище в г. Моршанск, нес службу в Красной Армии. Он поступил на строительный факультет Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана. (В 1918 г. в МВТУ был создан строительный факультет, в 1930 г. преобра-





*Николай Николаевич Умняков*



*Нина Александровна Умнякова*



*Фасады зданий на улицах Берлина*

зованный в Высшее инженерно-строительное училище, а 6 апреля 1933 г. после реформирования преобразован в Московский инженерно-строительный институт – МИСИ). После его окончания занимался проектированием систем вентиляции и отопления промышленных и общественных зданий в Поволжье и на Урале.

В Москве Н.Н. Умняков был автором проекта системы вентиляции и отопления Театра Красной Армии (в настоящее время Центральный академический театр Советской армии), построенного по проекту архитекторов К.С. Алабяна и В.Н. Симбирцева в форме пятиконечной звезды в 1934–1940 гг. Здание театра было запроектировано с подземной и наземной частями. В театре имеются два зрительных зала – большой зал на 1520 зрительских мест, расположенный в десятиугольном ядре звезды и окруженный полукольцом залов и фойе; малый зал на 400 мест. Обширная сцена была в совершенстве оборудована по проекту инженера И.Е. Мальцина. В треугольных лучах звезды, со стороны зала – парадные лестницы и буфеты над ними, со стороны сцены – артистические и другие сценические помещения. Над зрительным залом один над другим помещены большой репетиционный и декорационный залы [1, 2]. В годы войны театр был тщательно закамуфлирован. Сложная декорация превратила его в зеленый деревенский пейзаж с елками, избами и церквушкой сбоку, а вокруг стояли зенитные батареи.

Нетрадиционное архитектурно-планировочное решение потребовало много изобретательности, чтобы внедрить систему вентиляции и кондиционирования в остроугольную форму многочисленных помещений, где должна поддерживаться благоприятная температура воздуха в диапазоне от 18 до 25°C.

Не менее важным фактором для самочувствия зрителей является относительная влажность воздуха. При относительной влажности воздуха от 30 до 60% в зрительном зале обеспечиваются благоприятные условия при просмотре спектакля. Дальнейшее повышение влажности воздуха вызывает затруднения с испарением влаги с поверхности кожи человека и нарушению влагообмена организма. А в сочетании с повышением температуры воздуха выше 25°C

приводит к его перегреву. При относительной влажности воздуха ниже 30% происходит усиленное испарение влаги с кожи и слизистых оболочек (глаз, рта), что создает неблагоприятные ощущения сухости во рту, горле, глазах.

Для создания комфортных температурно-влажностных условий в зрительных залах, в подвальных помещениях были установлены кондиционеры. От них воздух с заданными параметрами в виде неизотермических струй с боковых сторон поступал в зрительный зал. Помещения вытяжной вентиляции располагались на верхних этажах здания. Воздухообмен в зрительных залах был организован по следующему принципу: приток воздуха осуществляется с двух боковых сторон зрительного зала в отдельные зоны с максимально рассеянной подачей, а удаление – из двух зон, нижней и верхней. Системами самостоятельной приточной и вытяжной вентиляции оборудованы вестибюли, фойе, буфеты, курительные, а также репетиционные залы, производственные мастерские и пр. Предложенная система вентиляции обеспечивала в зимний и летний периоды года комфортную среду для людей, находящихся в зрительных залах. (Временные нормы строительного проектирования театров. Утверждены приказом № 209 Комитета по делам искусств СНК СССР от 24.04.1941.)

Многие москвичи становились членами Общества содействия обороне и авиационно-химическому строительству СССР (ОСОАВИАХИМ). Во время войны для предотвращения пожара от сбрасываемых немецкой авиацией зажигательных бомб на чердаках домов дежурили мирные жители. Обучение населения проходило на специально созданных курсах. Свердловским районным советом ОСОАВИАХИМ, которые Н.А. Умнякова (мать автора) окончила как командир звеньев группы самозащиты.

В начале войны из добровольцев – жителей домов микрорайона была создана дежурная часть, в которой Н.А. Умнякова обучала тушить зажигательные бомбы. Во время налетов добровольцы дежурили на «чердаках», и если при налете немецкой авиации зажигательная бомба пробивала кровлю и падала на чердачное перекрытие, как правило деревянное, то дежурный должен был взять «зажигалку» специальными металлическими щипцами и бросить ее в бочку



с водой или в ящик с песком. Во время войны все чердаки были оборудованы соответствующим инвентарем. Полученные на курсах навыки тушить «зажигалки» им очень пригодились. Много домов было спасено от пожара [5–7].

Разные судьбы у членов семьи Умняковых: дядя автора Г.Н. Умняков был призван в ряды Красной Армии, о его судьбе неизвестно, а Е.А. Баркова (родственница автора), в начале войны получившая диплом инженера-строителя, была направлена в Белоруссию под Минск для возведения оборонительных сооружений. Неоднократно она попадала под вражеские обстрелы и только в августе 1941 г. возвратилась в Москву. Героическая и трудная судьба выпала на долю ее мужа Ю.Н. Глазунова, прошедшего фронтовой путь сапера-разведчика от Сталинграда до Берлина. В 1935 г. он окончил Московский инженерно-строительный институт (МИСИ), в 1941 г. – аспирантуру МИСИ и 27 июня 1941 г. защитил кандидатскую диссертацию. Он преподавал на кафедре деревянных конструкций МИСИ. По действующему тогда законодательству специалисты, имеющие высшую квалификацию, обладали броней, не позволявшей призывать их в действующую армию даже в условиях полной мобилизации. В первые дни войны Ю.Н. Глазунов обратился в военкомат с просьбой призвать его в армейские ряды. Просьбу отклонили – бронь, но по ходатайству отца-полковника его приняли для ускоренного обучения в Военно-инженерную академию. В числе команды подрывников Ю.Н. Глазунов минировал Новоспасский мост через Москву-реку, который должны были взорвать в случае подхода немецких войск.

Все были готовы защищать Москву. Осенью 1941 г. на Крестовском мосту были установлены противотанковые металлические ежи высотой 1,8–2 м, сваренные из швеллеров крест-накрест. За мостом начиналось Ярославское шоссе, по сторонам которого в то время стояли малоэтажные кирпичные домики и деревянные дома с садами. Проведение 7 ноября 1941 г. военного парада на Красной площади вселило уверенность, что под Москвой враг будет разбит!

В Москве для женщин были организованы производственные артели с работой на дому. Работающих в них женщин называли «надомницами». Им выдавали рабочую хлебную карточку на 800 г хлеба в день. Например, в артели «Новая заря» шили теплые варежки для красноармейцев: в варежке специально предусматривался отдельно указательный палец для нажатия на курок для выстрела из огнестрельного оружия. В школах ученикам бесплатно давали булочки с маком и сладкий чай или компот.

Окончание войны Ю.Н. Глазунов встретил в г. Штеттине начальником разведки 13-й Киркенесской инженерно-саперной штурмовой бригады в составе 2-го Белорусского фронта. Вызванному комбригом в ставку майору Ю.Н. Глазунову отдали приказ направиться в Берлин и поступить в распоряжение 1-го Белорусского фронта для разминирования имперской рейхсканцелярии Гитлера. Ю.Н. Глазунов с группой выбранных им опытных минеров направился в Берлин. На фасадах зданий из окон были вывешены белые

полотнища, показывающие, что для жителей Берлина война окончена и они признают победу Советской Армии над фашистской Германией.

В это время в городе еще шли уличные бои, Рейхстаг был взят советскими войсками, и воинские спецподразделения готовы были занять имперскую канцелярию Гитлера после ее разминирования. Получив соответствующие инструкции, группа минеров под командованием майора Ю.Н. Глазунова начала поиск мин с парадной лестницы и входа рейхсканцелярии. Затем, обследовав все поверхности пола и стен помещений, где могли быть заложены мины-ловушки, дошли до приемной и кабинета Гитлера.

Хотя на полу лежала разбитая люстра, в помещении все оставалось на своих местах. Выделялся большой глобус, на длинном столе были разложены военные карты. Тщательное обследование рейхсканцелярии проводилось минерами и собаками, которые имели слух во много раз острее слуха человека, были особенно чувствительны к щелчкам механизмов мин и сильно помогали саперам. По окончании обследования Ю.Н. Глазунов доложил руководству 1-го Белорусского фронта, что в помещении рейхсканцелярии мины не обнаружены, а в бомбоубежище зайти невозможно, так как оно затоплено водой. Фашисты поспешно бежали и не успели поставить мины-ловушки. Гитлеровцы также затопили станции и тоннели метро, где погибло много находившихся там мирных жителей.

Огромную радость от долгожданной Победы над гитлеровской Германией описать при всем богатстве русского языка невозможно. Все вышли на улицу Горького (ныне Тверская), которая была заполнена ликующим народом. Один офицер-летчик на Советской площади напротив здания Моссовета, купил целый ящик мороженого и раздавал ребятам, среди которых был и автор статьи. Это было самое вкусное мороженое, вкус которого невозможно забыть!

Автор статьи еще в школе понял, что посвятит свою жизнь строительству. Занимался прочностными и теплотехническими расчетами первого панельного здания холодильника в г. Находка. Работая в НИИ Строительной физики Госстроя СССР (1956–1977 гг.), прошел путь от младшего научного сотрудника до руководителя Центральной лаборатории теплотехнических исследований, в которой впервые в СССР были созданы уникальные климатические камеры объемом 120 м<sup>3</sup> с регулированием температуры и ветровой нагрузки. В них проходили теплотехническую апробацию новые строительные конструкции. Работая в НИИСФ Госстроя СССР, участвовал во внедрении панельных стен из новых материалов в Анадыре, Иркутске, Норильске, Мирном и других регионах страны, а также радиорелейных домов по побережью Чукотки. Долгие годы занимался преподавательской работой и 38 лет заведовал кафедрой [8–11].

Благодаря знаниям и умениям инженеров-специалистов многие здания и сооружения удалось сохранить. А благодаря самоотверженному труду людей в тылу удалось обеспечить победу в Великой Отечественной войне.

#### Список литературы

1. Бархин Г.Б. Театры. М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1947.
2. Архитектура Страны Советов. Театры. М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1948.

#### References

1. Barhin G.B. Teatry [Theaters]. Moscow: Izd-vo Akademii arhitektury SSSR, 1947.
2. Arhitektura Strany Sovetov. TEATRY [Architecture Of The Soviet Country. THEATRES]. Moscow: Izd-vo Akademii arhitektury SSSR, 1948.

3. Юдин М.В. Битва за Москву. Цифры и факты // *Преподавание истории в школе*. 2017. № 1. С. 33–41.
4. Гусев А.В. Защита населения и объектов Москвы от немецко-фашистской авиации // *Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина*. 2011. Т. 4. № 2. С. 91–96.
5. Гаврилов Б.И. Москва прифронтовая. 1941–1942 гг. Архивные документы и материалы // *Отечественная история*. 2003. № 3. С. 164–166.
6. Бухарина Б.Х. Метро построено блестяще! // *Архитектура и строительство Москвы*. 2010. Т. 550. № 2. С. 40–52.
7. Рогак Ю.В., Рыбина М.В. Хозяйство советских городов в период Великой Отечественной войны // *Молодой ученый*. 2017. № 21 (155). С. 372–375.
8. Умняков П.Н. Тепловой и экологический комфорт. Проектирование процессов оказания услуг. М.: Форум, 2009. 440 с.
9. Умняков П.Н. Основы расчета и прогнозирования теплового комфорта и экологической безопасности на предприятиях текстильной и легкой промышленности. М.: Форум, 2003. 400 с.
10. Умняков П.Н., Умнякова Н.П., Алдошина Н.Е. Сохранение древних шедевров русской иконописи Троицкого собора Свято-Троицкой Сергиевой лавры // *Жилищное строительство*. 2017. № 6. С. 40–44.
11. Умняков П.Н., Умнякова Н.П., Алдошина Н.Е. Обеспечение теплового режима для сохранения древних шедевров русской иконописи Троицкого собора Свято-Троицкой Сергиевой лавры // *Жилищное строительство*. 2017. № 8. С. 25–29.
3. Yudin M.V. The Battle for Moscow. Figures and facts. *Prepodavanie istorii v shkole*. 2017. No. 1, pp. 33–41. (In Russian).
4. Gusev A.V. Protection of the population and objects of Moscow from Nazi aviation. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina*. 2011. Vol. 4. No. 2, pp. 91–96.
5. Gavrilov B.I. Moscow the frontline. 1941–1942. Archival documents and materials. *Otechestvennaya istoriya*. 2003. No. 3, pp. 164–166. (In Russian).
6. Buharina B.H. Metro is built brilliantly! *Arhitektura i stroitel'stvo Moskvy*. 2010. T. 550. No. 2, pp. 40–52. (In Russian).
7. Rogak YU.V., Rybina M.V. Economy of Soviet cities during the great Patriotic war. *Molodoj uchenyj*. 2017. No. 21 (155), pp. 372–375. (In Russian).
8. Umnyakov P.N. Teplovoj i ehkologicheskij komfort. Proektirovanie processov okazaniya uslug [Thermal and environmental comfort. Design of services rendering processes]. Moscow: Forum, 2009. 440 p.
9. Umnyakov P.N. Osnovy rascheta i prognozirovaniya teplovogo komforta i ehkologicheskoy bezopasnosti na predpriyatiyah tekstil'noj i legkoj promyshlennosti [Bases of calculation and forecasting of thermal comfort and ecological safety at the enterprises of textile and light industry]. Moscow: Forum, 2003. 400 p.
10. Umnyakov P.N., Umnyakova N.P., Aldoshina N.E. Sohranenie drevnih shedevrov russkoj ikonopisi Troickogo sobora Svyato Troickoj Sergievoj Lavry. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2017. No. 6, pp. 40–44. (In Russian).
11. Umnyakov P.N., Umnyakova N.P., Aldoshina N.E. Obespechenie teplovogo rezhima dlya sohraneniya drevnih shedevrov russkoj ikonopisi Troickogo sobora Svyato Troickoj Sergievoj Lavry. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2017. No. 8, pp. 25–29. (In Russian).

## Открылся павильон Ледяная пещера в парке «Зарядье»



Уникальный бионический павильон парка «Зарядье», в котором круглогодично будет работать инсталляция в виде природного ледника, открылся для посещения. Объект был построен в 2017 г. при помощи технологий 3D-печати специалистами концерна «КРОСТ».

Внутри павильона – удивительная инсталляция: колонны, стены и тоннели покрыты кристаллами льда. Он образуется благодаря циркуляции хладагента по металлическим трубам. Нарастивание льда проходило в несколько этапов естественным путем. Всего на сводах пещеры заморожено около 70 т воды.

Природной эстетике севера следует и внешний облик павильона: в его фасадах нет ни одной прямой линии. Био-



ническая поверхность, задуманная архитектурным бюро Diller Scofidio + Renfro (Нью-Йорк) в рамках концепции парка, была создана при помощи технологии 3D-печати с использованием стеклофибробетона фабрики «Фиброль» Концерна «КРОСТ».

Авторами проекта фасадов павильона выступил Проектно-технологический институт Концерна «КРОСТ». Пещера построена из высокопрочного инновационного материала – стеклофибробетона, который позволяет создавать поверхности любой геометрии. Проект самой инсталляции принадлежит художнику А. Пономареву и архитектору А. Козырю.

По материалам пресс-службы Концерна «КРОСТ»

УДК 69.002.5

С.В. ПРОХОРОВ, канд. техн. наук (oc204@bk.ru)

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)  
(600000, г. Владимир, ул. Горького, 87)

## Комплексный подход к формированию машинных парков с учетом показателей энергоэффективности

*Строительство является одной из важнейших отраслей народного хозяйства и неотъемлемой частью экономики страны. В настоящее время производственный сектор экономики испытывает значительные трудности, связанные с экономическим кризисом и международными санкциями. Вместе с тем это является дополнительным стимулом для модернизации систем управления, подходов к формированию машинных парков и производству строительно-монтажных работ. В представленной статье рассматривается вопрос формирования парков машин строительных организаций с учетом показателей энергоэффективности. Решение данного вопроса позволяет не только сократить приведенные затраты за счет экономии топлива, смазочных материалов и т. д., но и улучшить экологическую ситуацию в зоне производства работ. Одновременно с повышением конкурентоспособности строительной отрасли заинтересованность компаний в современной энергоэффективной технике позволяет развивать и тяжелое машиностроение с рядом смежных отраслей, что не может не отразиться на экономической ситуации в стране в целом.*

**Ключевые слова:** машинные парки, энергоэффективность, строительство, модернизация.

**Для цитирования:** Прохоров С.В. Комплексный подход к формированию машинных парков с учетом показателей энергоэффективности // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 29–33.

S.V. PROKHOROV, Candidate of Sciences (Engineering) (oc204@bk.ru)

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs (87, Gorky Street, Vladimir, 600000, Russian Federation)

### Complex Approach to Formation of Machine Parks with Due Regard for Energy Efficiency Indicators

Construction is one of the most important branches of the national economy and is an integral part of the country's economy. At present, the production sector of the economy is experiencing significant difficulties connected with the economic crisis and international sanctions. However, this is an additional incentive for modernization of control systems, approaches to the formation of machine parks and the execution of building-erection works. This article considers the issue of formation of machine parks of the building organizations with due regard for indicators of energy efficiency. The solution of this problem makes it possible not only to reduce costs by saving fuel, lubricants etc. but also to improve the ecological situation in the zone of works. At the same time with improving the competitiveness of the construction industry, the interest of companies in the modern energy efficient equipment makes it possible to develop heavy engineering with a number of related industries that can not but affect the economic situation in the country as a whole.

**Keywords:** machine parks, energy efficiency, construction, modernization.

**For citation:** Prokhorov S.V. Complex approach to formation of machine parks with due regard for energy efficiency indicators. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 29–33. (In Russian).

Современное строительство невозможно представить без применения высокотехнологичного оборудования, материалов, конструкций и изделий. От этого уровня не должны отставать и новейшие образцы строительной техники. Помимо традиционных требований, предъявляемых эксплуатирующей организацией, – высокой производительности, надежности и ремонтпригодности, современные машины должны обладать повышенным уровнем экологичности, ресурсо- и энергосбережением. Решение этих вопросов является одной из важнейших задач современной экономики и промышленности.

Последние несколько десятилетий машиностроение в России переживает радикальную смену ориентиров в области потребительского рынка и развития номенклатуры выпускаемой продукции. Все это происходит на фоне обострившейся конкуренции российских предприятий с производителями из-за рубежа. До 2012–2014 гг. на рынке им-

портной техники преобладали европейские, американские и южнокорейские производители, однако вскоре к ним добавились китайские производители, которые предлагали лицензионные образцы ведущих производителей по более низким ценам [1, 2]. Одновременно с этим темпы выпуска отечественной техники и приобретение ее строительными организациями снижались. По данным Росстата, с 2010 по 2015 г. происходит снижение количества отечественной техники в строительной организации по основным позициям и увеличение числа импортной техники [3] (таблица).

В 2015 г. в связи с резкими колебаниями курса валюты и введением антироссийских санкций иностранными государствами экспансия новой европейской и азиатской техники несколько ослабла. Курс Правительства Российской Федерации на активное импортозамещение дает дополнительный импульс росту производства и спроса на отечественную технику.

Наличие основных строительных машин в строительных организациях

Наименование техники	Наличие основных строительных машин в организациях, тыс. шт.						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Эксператоры одноквшовые							
а) отечественные	15,2	14,4	14,1	13,6	13,3	12,3	11,8
б) зарубежные	7,4	7,9	8,4	8,7	9	8,7	8,4
Бульдозеры							
а) отечественные	13,7	13,1	12,5	11,7	10,8	9,6	8,9
б) зарубежные	3,3	3,8	4,1	4,1	4,2	3,9	3,71
Краны башенные							
а) отечественные	4,7	4,2	4,2	3,9	4,1	4,1	3,7
б) зарубежные	0,8	0,9	0,9	1	1,1	1,1	1,2
Краны на автомобильном ходу							
а) отечественные	10,3	9,9	9,4	9	8,6	7,6	7,2
б) зарубежные	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,1	2
Краны на гусеничном ходу							
а) отечественные	3,6	3,4	3,3	3,1	2,7	2,4	2,2
б) зарубежные	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1	0,9

Постановление Правительства РФ № 84 от 31 января 2015 г. устанавливает запрет осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд импортной техники, что несколько снижает плотность конкуренции для отечественных производителей. Однако современные реалии показывают, что российское машиностроение развито не настолько, насколько этого требуют современные экономические, экологические и производственные условия. Большинство моделей строительной техники уступает зарубежным аналогам по показателям мощности, металлоемкости, производительности, эргономике и другим ключевым показателям, а некоторые виды техники вообще не выпускаются [4]. Кроме того, большинство предприятий используют импортные комплектующие ввиду низкого качества отечественной продукции или отсутствия таковой [5].

В основном спрос на строительную технику импортного производства обуславливается следующими ее преимуществами:

- ресурс до списания на 27–30% выше, чем у отечественных аналогов, что позволяет строительным компаниям отдавать предпочтение подержанной импортной технике;

- она существенно превосходит отечественную по показателям эргономики, дизайна и экологическим, что позволяет охватывать больший спектр производственных площадок, где предъявляются повышенные требования к условиям производства работ;

- при меньшей металлоемкости она имеет большую мощность и производительность [6].

Второй задачей, которая требует решения, является достаточно высокий удельный вес машин с истекшим сроком службы. С одной стороны, он с 2008 г. уменьшился, по данным Росстата по отдельным видам машин, с 74 до 55% за счет списания старой техники и сокращения численности, однако этот показатель существенно неравномерен по регионам [7, 8]. В частности, в региональных организациях он может достигать на текущий момент 60–70%, а в районах с высокой деловой активностью и финансовыми потоками не превышает 25–35%.

На третьем месте стоит задача технического обслуживания и ремонта строительной техники. В настоящее время владельцы дорожно-строительной техники встали перед выбором:

- создавать собственную систему ремонта и обслуживания, а значит, самим закупать оборудование и инструмент, организовывать поставки из-за рубежа, формировать складской запас запасных частей, готовить кадры и т. д. Но в современных экономических реалиях это трудно реализовать ввиду мультибрендовости машинных парков. Либо парки организаций вынужденно формируются машинами с невысоким уровнем сложного программного обеспечения, чтобы производить ремонт кустарным способом;

- прибегать к услугам специализированных сервисных организаций, располагающих собственной производственной базой и имеющих в своем составе подразделения, организующие поставки как оригинальных, так и от известных оптовых поставщиков комплектующих, а самим сконцентрировать свои усилия на том, что приносит доход. Однако в этом случае усложняется поддержка устаревшей техники, а также ввиду экономического кризиса и санкций ряд компаний свернули или сократили свою сервисную поддержку в России;

- пользоваться услугами компаний, которые ремонтируют технику, используя самые дешевые комплектующие, не утруждая себя восстановлением агрегатов и узлов, что, как правило, обеспечивает очень малый ресурс машин после ремонта [9].

Таким образом, необходима разработка комплексного подхода к формированию, техническому обслуживанию и использованию машинных парков, позволяющего строительным организациям не просто выживать в сложившихся экономических и внешнеполитических условиях, но и проводить модернизацию основных фондов с целью повышения экологичности и ресурсосбережения.

В качестве критериев оптимизации на начальном этапе предлагается выбирать себестоимость эксплуатации и производительность комплекта:

$$c = \sum_{i=1}^n c_i; \quad (1)$$

$$П = \sum_{i=1}^n П_i. \quad (2)$$

Определение себестоимости производится на основании затрат, направленных на поддержание техники в работоспособном состоянии, стоимости перебазирования и т. д.

Определение производительности осуществляется на основании усредненного показателя, определяемого для



каждой машины в зависимости от срока эксплуатации, условий производства работ:

$$\bar{P}_i = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot k_{ti} \cdot k_{vi} \cdot k_{ri}}{n}, \quad (3)$$

где  $P_{ij}$  – производительность  $i$ -й машины на  $j$ -м объекте;  $k_{ti}$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры на производительность;  $k_{vi}$  – коэффициент, учитывающий влияние возраста техники на производительность;  $k_{ri}$  – коэффициент, учитывающий влияние условий эксплуатации и структуры работ на производительность;  $n$  – количество объектов.

При этом на стадии проектирования необходимо рассматривать различные варианты производства работ. В дорожно-строительной технике при выполнении основных видов работ все чаще применяются 2D- и 3D-системы автоматического управления и позиционирования. Использование систем данного вида позволяет существенно увеличить производительность без потери качества. Кроме того, за счет дополнительных средств наблюдения за положением рабочего органа и качеством получаемой поверхности в режиме реального времени становится возможным рассчитывать производительности в зависимости от условий внешней среды. В частности, машины Caterpillar с 3D-системой Trimble dual GPS и роботизированным тахеометром умеют автоматически поднимать нож для его разгрузки на основе анализа коэффициента проскальзывания гусениц. Это не только позволяет максимально использовать технику, но и предотвращает ее преждевременный износ и сокращает количество вредных выбросов в атмосферу.

Современные программные средства позволяют не только снизить нагрузку на оператора машины, но и производят диагностику технического состояния в режиме реального времени [10].

После вычисления производительности выполняется расчет продолжительности производства работ и осуществляется сравнение с требуемой (заказчиком или по графику производства работ).

При этом машины, продолжительность работы которых превышает требуемые показатели, исключаются из расчета. Если продолжительность работ жестко не ограничена, то в исходных данных указывается «произвольная» продолжительность и все машины попадают в расчет:

$$N_j^{\text{пл}} - N_{ij} \geq 0, \quad (4)$$

где  $N_j^{\text{пл}}$  – плановая продолжительность работ на  $j$ -м объекте, дн.;  $N_{ij}$  – расчетная продолжительность работ, выполняемых  $i$ -й машиной на  $j$ -м объекте, дн.

Следующим шагом в области совершенствования подхода к формированию машинных парков строительных организаций является применение высокотехнологичного оборудования, оснащенного системами рекуперации, аккумулирования энергии и гибридными силовыми установками.

Производители современной строительной техники достаточно давно выпускают машины с гибридными установками, которые позволяют не только снизить затраты на топливо, но и снизить уровень шума и выбросы в окружающую среду при их работе [11–13].

Определение затрат энергоресурсов на выполнение работ комплектом строительной техники производим по формуле:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i \cdot n_{ij} \cdot k_{pi}, \quad (5)$$

где  $E_i$  – норма потребления энергоресурсов;  $k_{pi}$  – коэффициент загрузки силового оборудования.

Коэффициент загрузки может определяться в зависимости от группы грунта, условий производства работ (температурно-влажностных условий, водонасыщения грунтов и т. д.) в результате энергоаудита в процессе выполнения работ. На первоначальном этапе он может приниматься равным единице, тогда расчет будет производиться только на основании нормативов расхода ГСМ.

Наряду с формированием оптимального комплекта машинного парка строительным организациям необходимо решать еще один вопрос, связанный с техническим обслуживанием и ремонтом техники. Если ранее крупные держатели строительных машин развивали ремонтную базу и обслуживали технику самостоятельно, то в настоящее время многие руководители передают функции по ТО и ремонту специализированным фирмам. С одной стороны, это позволяет обслуживать сложную технику различных производителей без создания мощной ремонтной базы, с другой – строительные организации должны ориентироваться на специализированные сервисные центры при выборе машин и составлении графиков обслуживания. В таких условиях возрастает роль мероприятий по проведению комплексной диагностики и определению остаточного ресурса машин и механизмов.

В большинстве региональных организаций ввиду отсутствия необходимого диагностического оборудования до сих пор прибегают к составлению графиков технического обслуживания и ремонта на основе нормативов планово-предупредительных ремонтов. Это приводит к необоснованному расходу материалов и ресурсов.

Между тем периодичность обслуживания может быть сформирована на основе математических зависимостей отказов и изменений эксплуатационных свойств техники под воздействием различных факторов [14, 15].

В основе расчета лежит наработка машины на выбранном объекте с учетом вероятности безотказной работы в заданных условиях:

$$N_{\Phi i} \cdot P(\sum b' i) \leq N_{\text{нimax}}, \quad (6)$$

где  $N_{\Phi i}$  – расчетная (фактическая) наработка на объекте;  $P(\sum b' i)$  – вероятность безотказной работы в заданных климатических условиях, начальной наработки и срока эксплуатации техники;  $N_{\text{нimax}}$  – максимальная «нормативная» наработка до ТО.

В качестве альтернативы при расчете может быть использована средняя наработка между отказами, определяемая по формуле:

$$N_{\Phi} = \int P(t) dt, \quad (7)$$

где  $P(t)$  – вероятность безотказной работы после ТО и Р.

Для составления наиболее экономически обоснованного графика проведения ТО и ремонта необходимо определить период времени, когда остановка машины на про-

ведение диагностических и ремонтных мероприятий будет минимальной:

$$C_i = \min(C'_i(t)). \quad (8)$$

Для определения времени нахождения машины на обслуживании и ремонте используется среднее время восстановления и обслуживания, определяемое по формуле:

$$T_{cp} = \int t_b \cdot f_b(t) dt, \quad (9)$$

где  $t_b$  – среднее время восстановления;  $f_b(t)$  – плотность распределения времени на проведение ремонтов.

В результате расчета составляется график проведения технического обслуживания и ремонтов парка техники с минимальными затратами. Методика позволяет оперативно менять график в зависимости от фактического состояния машины на основе диагностических данных, а также при изменении наработки на объекте при выполнении работ. Кроме этого, сокращаются простои за счет предварительного заказа необходимых расходных материалов и сокращаются складские площади.

Потребность парка машин в запасных элементах зависит от множества причин. К ним следует отнести сезонную равномерность загрузки, изменение интенсивности замен элементов как в течение года, так и в течение всего срока службы и т. д.

Для определения потребности в каком-либо элементе или ресурсе при наиболее неблагоприятном варианте можно выразить через формулу:

$$n_e = k_{in} \frac{n_i^n}{T_i}, \quad (10)$$

где  $k_{in}$  – коэффициент, учитывающий максимальную потребность в замене  $i$ -го элемента;  $T_i$  – календарь планирования;  $n_i^n$  – потребность в  $i$ -м элементе в период максимального выхода из строя этого элемента.

По этой методике производится расчет необходимого поступления запасных частей по всей номенклатуре узлов и деталей.

Применение данной методики для строительных организаций Владимирского региона и позволило снизить себестоимость работ на ТО и Р на 5–10%, что также позволило увеличить выработку строительной техники на 15% за счет сокращения простоев и внезапных отказов оборудования.

#### Выводы.

Существующая система регламентирования показателей строительной техники, методов их оценки, закрепленная в виде нормативно-технической документации, была сформирована достаточно давно. Как показывает практика, в современных образцах строительной техники не в полной мере использованы возможности повышения экологических показателей и ресурсосбережения.

Политика строительных организаций в области формирования машинных парков должна опираться на следующие основополагающие принципы:

- удовлетворение потребностей в строительной технике не должно сказываться на экологических показателях;
- эксплуатация строительной техники должна основываться на системном подходе, учитывающем состояние, возраст и экологические показатели машин;
- необходим четкий подход к формированию, обслуживанию и обновлению строительной техники не только в рамках строительных организаций, но и на государственном уровне.

#### Список литературы

1. Панкратов Е.П., Панкратов О.Е. Проблемы повышения производственного потенциала предприятий строительного комплекса // *Экономика строительства*. 2015. № 3 (33). С. 4–17.
2. Тускаева З.Р. Техническая оснащенность в строительстве: проблемы и пути совершенствования // *Вестник МГСУ*. 2015. № 11. С. 90–109.
3. Российский статистический ежегодник. М.: Росстат, 2016. 725 с.
4. Мерданов Ш.М., Закирзаков Г.Г., Конев В.В., Половников Е.В., Красиков А.А. Определение показателей эксплуатационных свойств современных строительно-дорожных машин // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 12–2. С. 312–317.
5. Березинская О.Б., Ведев А.Л. Производственная зависимость российской промышленности от импорта и механизм стратегического импортозамещения // *Вопросы экономики*. 2015. № 1. С. 103–115.
6. Волков А.А., Тускаева З.Р. Эргономичность и экологическая безопасность – факторы, необходимые для повышения конкурентоспособности отечественной строительной техники // *Вестник МГСУ*. 2016. Т. 12. Вып. 3 (102). С. 308–316.
7. Строительство в России. М.: Росстат, 2016. 111 с.
8. Кравченко И.Н., Мясников А.В., Петров А.Н., Шайбаков Р.Р., Клименко А.А. Организация технического сер-

#### References

1. Pankratov E.P., Pankratov O.E. Problems of increase in production capacity of the enterprises of a construction complex. *Ekonomika stroitel'stva*. 2015. No. 3 (33), pp. 4–17. (In Russian).
2. Tuskaeva Z.R. Technical equipment in construction: problems and ways of improvement. *Vestnik MGSU*. 2015. No. 11, pp. 90–109. (In Russian).
3. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik [Russian statistical yearbook]. Moscow: Rosstat, 2016. 725 p.
4. Merdanov Sh.M., Zakirzakov G.G., Konev V.V., Polovnikov E.V., Krasikov A.A. Definition of indicators of operational properties of modern construction road machines. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2016. No. 12–2, pp. 312–317. (In Russian).
5. Berezinskaya O.B., Vedev A.L. Industrial dependence of Russian industry on imports and the mechanism of strategic import substitution. *Voprosy ekonomiki*. 2015. No. 1, pp. 103–115. (In Russian).
6. Volkov A.A., Tuskaeva Z.R. Ergonomics and environmental safety are the factors necessary to improve the competitiveness of domestic construction equipment. *Vestnik MGSU*. 2016. Vol. 12. No. 3 (102), pp. 308–316. (In Russian).
7. Stroitel'stvo v Rossii. [Construction In Russia]. Moscow: Rosstat, 2016. 111 p.
8. Kravchenko I.N., Myasnikov A.V., Petrov A.N., Shaibakov R.R., Klimentko A.A. Organization of technical service

- виса специализированных машин и их рабочего оборудования // *Строительные и дорожные машины*. 2013. № 1. С. 30–36.
9. Ким Б.Г., Прохоров С.В. Формирование графика технического обслуживания и ремонта машинных парков с расчетом потребности в запасных элементах и складских помещениях // *Механизация строительства*. 2015. № 8. С. 52–53.
10. Системы управления строительной техникой TOPCON. Электронный ресурс: [http://geopribori.ru/file/mc\\_gsi.pdf](http://geopribori.ru/file/mc_gsi.pdf) (Дата обращения: 27.07.2017.)
11. Кузнецова В.Н. Обоснование критериев оценки эффективности экскаватора KOMATSU PC300 // *Строительные и дорожные машины*. 2014. № 3. С. 9–12.
12. Щербачёв П.В., Семенов С.Е. Электрогидравлический привод с дроссельным регулированием с повышенной энергоэффективностью // *Наука и образование*. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 10. С. 93–104. <http://old.technomag.edu.ru/issue/453255.html> (Дата обращения: 27.07.2017.)
13. Baum H. Adaptives Regelungskonzept für elektrohydraulische Systeme mit Mehrgrößenregelung // *Ölhydraul. und Pneum.* 2001. Т. 45, no. 9. S. 619–625.
14. Головин С.Ф. Основные факторы и показатели эффективности эксплуатации и сервиса дорожно-строительных машин // *Механизация строительства*. 2014. № 10. С. 26–31.
15. Ким Б.Г. Формирование сети складов запасных элементов // *Механизация строительства*. 2014. № 6. С. 55–56.
- of specialized machines and their working equipment. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*. 2013. No. 1, pp. 30–36. (In Russian).
9. Kim B.G., Prokhorov S.V. Formation of the schedule of technical maintenance and repair of engine parks with calculation of the need for spare elements and storage facilities. *Mekhanizatsiya stroitel'stva*. 2015. No. 8, pp. 52–53. (In Russian).
10. Sistemy upravleniya stroitel'noi tekhnikai TOPCON. Elektronnyi resurs: [http://geopribori.ru/file/mc\\_gsi.pdf](http://geopribori.ru/file/mc_gsi.pdf) (Data of access 27.07.2017).
11. Kuznetsova V.N. Substantiation of criteria for evaluating the efficiency of the KOMATSU PC300. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*. 2014. No. 3, pp. 9–12. (In Russian).
12. Shcherbachev P.V., Semenov S.E. Electrohydraulic drive with throttle control with increased energy efficiency. *Nauka i obrazovanie*. MG TU im. N.E. Bauman. Elektron. zhurn. 2012. No. 10, pp. 93–104. <http://old.technomag.edu.ru/issue/453255.html> (Data of access 27.07.2017). (In Russian).
13. Baum H. Adaptives Regelungskonzept für elektrohydraulische Systeme mit Mehrgrößenregelung. *Ölhydraul. und Pneum.* 2001. T. 45. No. 9, pp. 619–625.
14. Golovin S.F. Major factors and indicators of efficiency of operation and service of road-building cars. *Mekhanizatsiya stroitel'stva*. 2014. No. 10, pp. 26–31. (In Russian).
15. Kim B.G. Forming of network of warehouses of spare parts. *Mekhanizatsiya stroitel'stva*. 2014. No. 6, pp. 55–56. (In Russian).

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### В издательстве «Стройматериалы» вы можете приобрести специальную литературу

#### Книга «Защита деревянных конструкций»

Автор – А.Д. Ломакин

Рассмотрены вопросы конструкционной и химической защиты деревянных конструкций, используемых в малоэтажном домостроении, при строительстве зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, в том числе, с химически агрессивной средой, а также открытых сооружений (автодорожных и пешеходных мостов, опор ЛЭП и др.). Освещены вопросы защиты от эксплуатационных воздействий и возгорания несущих конструкций из клееной древесины и ЛВЛ и приведено краткое описание наиболее эффективных средств и способов их защиты. Описаны методы оценки защитных свойств покрытий для древесины, методика и результаты натурных климатических испытаний покрытий на образцах и фрагментах конструкций. Приведены методика и результаты мониторинга влажностного состояния несущих клееных деревянных конструкций в процессе эксплуатации.



#### Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Ковальчук Л.М.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК.



Для приобретения специальной литературы обращайтесь  
в издательство «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru



УДК 624.012.4

А.П. СВИНЦОВ<sup>1</sup>, д-р техн. наук (svintsovap@rambler.ru); А.Р. КОЭН<sup>2</sup>, канд. техн. наук;  
З.А. БИСИЕВ<sup>3</sup>, инженер, И.Ю. АРСАМАКОВ<sup>3</sup>, инженер; Т.Н. НАУМОВА<sup>4</sup>, инженер

<sup>1</sup> Инженерная академия Российского университета дружбы народов (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6)

<sup>2</sup> ООО «УК Генстрой» (109147, г. Москва, ул. Малая Калитниковская, 7)

<sup>3</sup> ООО «Интергруп» (196158, г. Санкт-Петербург, литер А, Московское ш., 13)

<sup>4</sup> ОАО УК «Инвестиции. Финансы. Капитал» (109147, г. Москва, ул. Малая Калитниковская, 7)

## Возведение жилых зданий в несъемной опалубке из цементно-стружечных плит

*Возведение жилых зданий из монолитного железобетона с использованием несъемной цементно-стружечной опалубки является одним из эффективных методов строительства. В настоящее время среди всех отраслей строительство характеризуется самым высоким уровнем дефектности возводимых конструкций. В этой связи оценка надежности возведения жилых зданий в несъемной опалубке из цементно-стружечных плит по параметрам качества является актуальной научно-технической задачей. В результате теоретического и экспериментального исследования выявлены наиболее часто образующиеся дефекты конструкций и установлены причинно-следственные связи их образования. На основе натурных обследований выполнена оценка надежности технологической системы по показателям качества возводимых конструкций. В целом строительная технологическая система возведения жилых зданий из монолитного железобетона в несъемной цементно-стружечной опалубке соответствует уровню надежности по параметрам качества, установленному проектной документацией.*

**Ключевые слова:** опалубка, бетонная смесь, надежность, качество, дефекты конструкций, жилое здание.

**Для цитирования:** Свинцов А.П., Коэн А.Р., Бисиев З.А., Арсамаков И.Ю., Наумова Т.Н. Возведение жилых зданий в несъемной опалубке из цементно-стружечных плит // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 34–39.

A.I. SVINTSOV<sup>1</sup>, Doctor of Sciences (Engineering) (svintsovap@rambler.ru); A.R. KOEN<sup>2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering);  
Z.A. BISIEV<sup>3</sup>, Engineer, I.Yu. ARSAMAKOV<sup>3</sup>, Engineer; T.N. NAUMOVA<sup>4</sup>, Engineer

<sup>1</sup> Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (6, Miklukho-Maklaya Street, 117198, Moscow, Russian Federation)

<sup>2</sup> ООО «UK GenStroy» (7, Malaya Kalitnikovskaya Street, 109147, Moscow, Russian Federation)

<sup>3</sup> ООО «INTERGRUPP» (13, LIT A, Moskovskoe Shosse, 196158, Saint-Petersburg, Russian Federation)

<sup>4</sup> ОАО UC «Investitsii. Financy. Kapital» (7, Malaya Kalitnikovskaya Street, 109147, Moscow, Russian Federation)

### Construction of Residential Buildings in Permanent Formwork of Cement-Chip Slabs

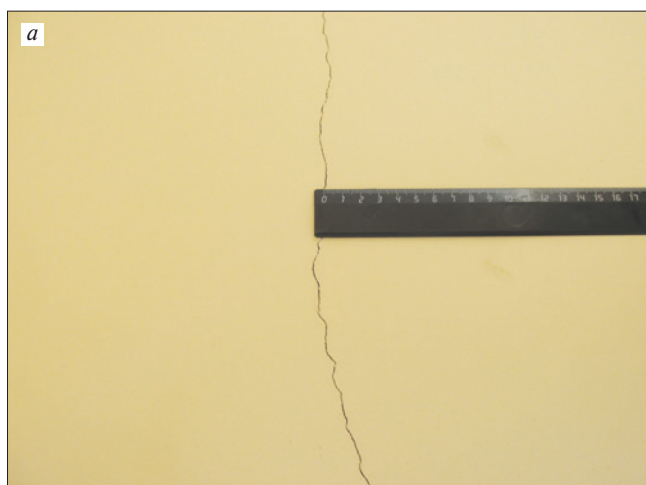
Erection of residential buildings made of monolithic reinforced concrete with the use of permanent cement-chip formwork is one of the effective methods of construction. At present, among all branches, the construction is characterized by the highest level of defectiveness of structures erected. In this regard, the evaluation of the reliability of erection of residential buildings in permanent formwork of cement-chip slabs in terms of the quality parameters is an actual scientific-technical task. As a result of theoretical and experimental studies, the most often formed defects of structures have been revealed and cause-effect relations of their formation have been established. On the basis of on-site investigations, the reliability of the technological system in terms of the quality of structures erected was evaluated. In general, the construction technological system of erection of residential buildings made of monolithic reinforced concrete in permanent cement-chip formwork corresponds to the level of reliability in terms of quality parameters set by project documentation.

**Keywords:** formwork, concrete mix, reliability, quality, defects of structures, residential building.

**For citation:** Svintsov A.I., Koen A.R., Bisiev Z.A., Arsamakov I.Yu., Naumova T.N. Construction of residential buildings in permanent formwork of cement-chip slabs. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 34–39. (In Russian).

Жилищное строительство характеризуется широким применением современных строительных технологических систем. Производство бетонных работ на строительной площадке начинается с проектирования и выбора опалубки. Это позволяет обеспечить оптимизацию производства работ, повысить качество конструкций и эффективно использовать опалубку [1]. В монолитном строительстве жилых зданий одним из наиболее эффективных методов является возведение конструкций в несъемной опалубке. Возведение жилых зданий из монолитного железобетона с использованием несъемной опалубки получает все большее распространение в России и составляет 8,7% [2].

С учетом особенностей возводимых конструкций в качестве щитов опалубки используют стекломагнетитовые панели, пенополистирольные блоки, стеклофибробетонные панели, цементно-песчаные плиты, цементно-стружечные плиты и др. Наиболее значимые положительные особенности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит заключаются в том, что существенная часть трудоемких технологических процессов осуществляется в заводских условиях. Это позволяет обеспечить жесткий контроль качества продукции, снизить себестоимость работ и создать условия для высоких темпов возведения объектов различного назначения.



**Рис. 1.** Инструментальные измерения образовавшихся дефектов: а – сквозная трещина в щите опалубки; б – выпуклость вертикальной конструкции

Композитные материалы на основе цементного вяжущего и отходов древесины возможно производить с прогнозируемыми прочностью, долговечностью и огнестойкостью. Цементно-стружечная плита, выполненная с отверждением в углекислой среде, характеризуется большей плотностью, повышенными влагостойкостью и морозостойкостью по сравнению с традиционной технологией изготовления [3, 4].

Применение несъемной опалубки из цементно-стружечных плит при многоэтажном строительстве не менее эффективно, чем в малоэтажном. В сравнении с кирпичным вариантом домостроения снижаются сроки возведения зданий в 1,5–2 раза, себестоимость уменьшается на 20–30%, а затраты на энергообеспечение при эксплуатации сокращаются до 30% [5]. Блоки несъемной опалубки могут быть использованы при строительстве не только жилых домов, но и общественных зданий, а также торгово-складских, производственных и административно-бытовых зданий. Цементно-стружечные плиты как панели в несъемной опалубке могут быть использованы для возведения ленточных фундаментов, стен, перекрытий, лестничных маршей и др. Блоки несъемной опалубки собирают и устанавливают на высоту одного этажа.

Несмотря на техническую и экономическую эффективность возведения монолитных зданий, в том числе и в несъемной опалубке, образование производственного брака полностью исключить не представляется возможным. Несъемная опалубка, выполненная из сверхвысокопрочного цементного композита, допускает образование трещин с шириной раскрытия до 0,45 мм. Трещины вызваны расслоением цементной матрицы опалубки, что уменьшает несущую способность конструктивных элементов [6].

Основные проблемы, возникающие при возведении монолитных железобетонных конструкций, обусловлены особенностями укладки и уплотнения бетонной смеси, а также ее воздействием на цементно-стружечные панели щитов несъемной опалубки [5].

В общем количестве дефектов, возникающих в процессе реализации технологического процесса, наибольшее значение имеют человеческие ошибки [7, 8]. Дефекты строительных конструкций, возникающие в процессе их возведения, служат основной причиной, обуславливающей около 60% аварий в строительстве. Строительный брак повышает

вероятность возникновения аварий в десять раз по сравнению с проектными данными [9]. Контроль качества бетона и бетонной опалубки посредством мониторинга с использованием интеграционной среды позволяет обеспечить безопасность производства работ при строительстве [10].

Анализ показателей надежности строительных технологических систем показывает, что одним из наиболее эффективных методов ее повышения является организация ритмичной работы, исключение простоев и непредвиденных отказов [11].

В целом технологическая система возведения монолитных железобетонных зданий в несъемной опалубке из цементно-стружечных плит признана эффективной в техническом, экономическом и энергетическом аспектах. Анализ результатов исследований многочисленных российских и зарубежных специалистов показывает, что указанная строительная технологическая система позволяет решать важную научно-техническую задачу повышения энергетической и экономической эффективности современного строительства.

Однако, в настоящее время вопросы оценки надежности строительных технологических систем исследованы не в полной мере.

### Результаты и их обсуждение

Производственные исследования надежности строительной технологической системы выполнены на строительных площадках ООО «УК ГенСтрой». Камеральные исследования, математическая обработка и научный анализ данных проведены в Российском университете дружбы народов.

При исследовании использован опытно-статистический метод оценки показателей надежности строительной технологической системы, который основан на использовании данных непосредственных измерений параметров качества строительных конструкций (рис. 1).

Оценка технологической системы по параметрам качества выполнена с условием вероятности выхода одного из показателей качества изготовленной продукции за пределы, установленные в конструкторской и технологической документации. В соответствии с ГОСТ 27.202–83 «Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки

надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции» в общем виде вероятность выполнения задания по  $j$ -му показателю качества произведена по формуле:

$$P_j(t) = \frac{N - n_j(t)}{N}, \quad (1)$$

где  $n_j(t)$  – количество элементов, изготовленных с дефектом контролируемого параметра;  $N$  – количество обследованных строительных конструкций по  $j$ -му параметру качества;  $t$  – параметр качества возведенной конструкции (трещина, скол опалубки и др.).

Оценка вероятности невыполнения задания одновременно по  $k$  параметрам качества произведена по формуле:

$$Q_{1...k}(t) = 1 - P_j(t). \quad (2)$$

Для дефектов монолитных железобетонных конструкций, возводимых в несъемной опалубке из цементно-стружечных плит, характерно нормальное распределение. В соответствии с ГОСТ 27.202–83 доверительный интервал определен по плану:

$$P\left(\bar{x} - \frac{t_\gamma S}{\sqrt{n}} < a < \bar{x} + \frac{t_\gamma S}{\sqrt{n}}\right) = \gamma, \quad (3)$$

где  $t_\gamma$  – квантиль распределения Стьюдента, определяемый для заданной доверительной вероятности  $\gamma$ , зависящий от уровня значимости  $\alpha = 1 - \gamma$  и числа степеней свободы  $k = n - 1$ ;  $S$  – среднеквадратическое отклонение по выборке.

Исследуемый параметр  $a$  подчиняется нормальному закону распределения, и его доверительный интервал определен по формуле:

$$I_s = \left( S \sqrt{\frac{n-1}{\chi_1^2}} < s < S \sqrt{\frac{n-1}{\chi_2^2}} \right), \quad (4)$$

где  $\chi_1^2, \chi_2^2$  – значения критерия согласия Пирсона, определяемые в зависимости от вероятности  $P$  и числа степеней свободы  $k = n - 1$ .

Вероятность  $P$  определяется по формуле:

$$P = \begin{cases} \frac{1-\gamma}{2} & \text{для } \chi_1^2 \\ 1 - \frac{1-\gamma}{2} & \text{для } \chi_2^2 \end{cases}, \quad (5)$$

где  $\gamma$  – доверительная вероятность, принимаемая в зависимости от уровня требований, предъявляемых к качеству строительной продукции.

Технологическая система возведения жилых зданий из монолитного железобетона с использованием несъемной опалубки представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных технических устройств и процессов, включающих формообразующие, соединительные, поддерживающие конструкции, а также соответствующие технологические процессы производства работ, и включает два основных направления:

а) предварительное изготовление опалубки и производство большей части арматурных работ в заводских условиях (рис. 2);

б) установка опалубки в проектное положение на строительной площадке, формирование несущих и ограждающих конструкций посредством укладки бетонной смеси (рис. 3).

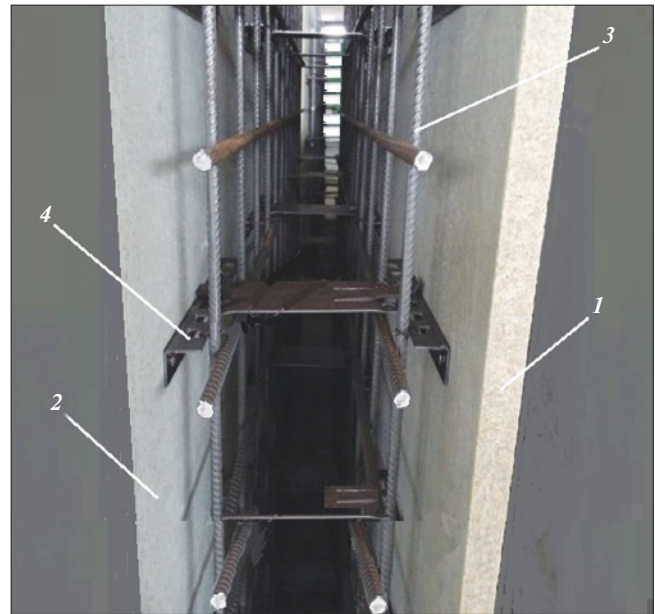


Рис. 2. Фрагмент блока несъемной опалубки в сборе: 1 – внутренняя панель; 2 – наружная панель; 3 – арматурный каркас; 4 – стяжное устройство



Рис. 3. Несъемная опалубка в рабочем положении

Эффективность применения несъемной опалубки зависит от надежности технологической системы, частью которой она является. Блоки несъемной опалубки включают щиты, выполненные из цементно-стружечных плит толщиной, как правило, 24 мм. Для обеспечения требуемого термического сопротивления и воздухопроницаемости ограждающих конструкций толщина цементно-стружечных плит может быть увеличена до 40 мм. В пространстве между цементно-стружечными плитами установлена арматура и необходимые инженерные коммуникации. На внутренних поверхностях цементно-стружечных плит закреплены стяжные устройства (замки), соединяющие их между собой в блоки. Стяжные устройства привинчены к панелям при помощи электрической или пневматической отвертки болтами для древесно-стружечных плит. Блоки несъемной опалубки поступают на строительную площадку, где их устанавливают в проектное положение. После установки, соединения и закрепления блоков стен и перекрытий в узлы их заполняют бетонной смесью с уплотнением и выдерживанием в соответствии с технологическим регламентом. При реализации технологических процес-



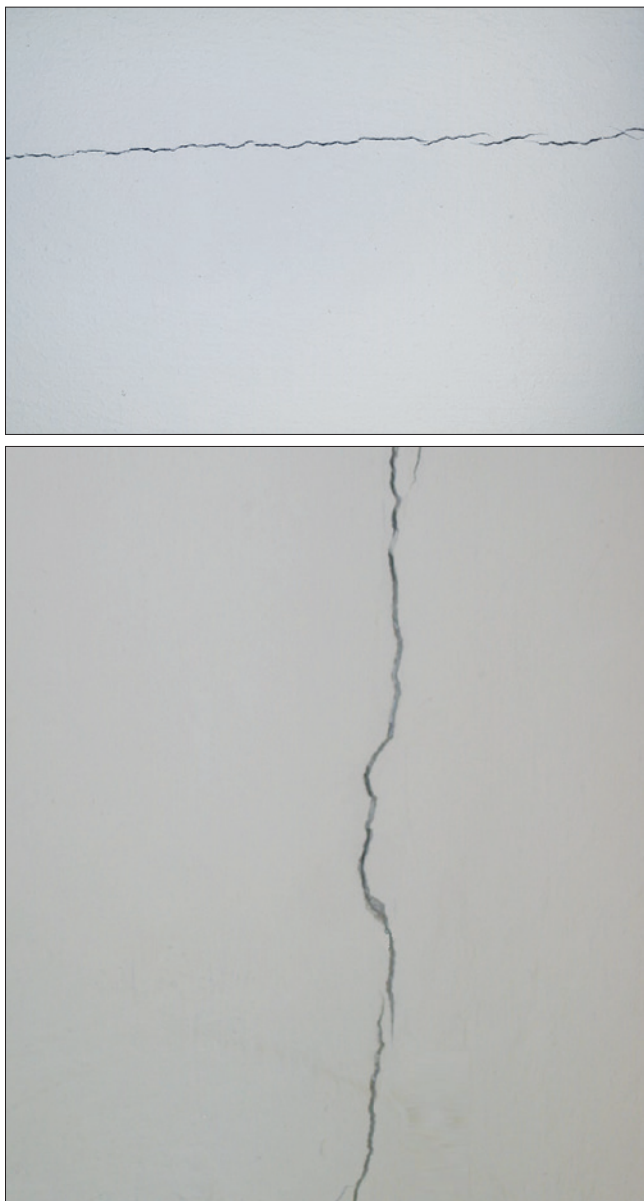


Рис. 4. Фрагменты панелей опалубки с трещинами

сов в полном соответствии с технологическими регламентами возведенные конструкции готовы к внутренним санитарно-техническим, электротехническим и отделочным работам.

На строительную технологическую систему оказывает влияние множество случайных и неуправляемых факторов. Реализация технологических процессов любой технологической системы не исключает возникновения дефектов на возведенных конструкциях и элементах. Несмотря на жесткий контроль качества продукции, нельзя исключить нарушения технологического регламента и возникновения дефектов в возводимых конструкциях. Тем не менее задача повышения надежности технологической системы по параметрам качества является важной и актуальной задачей строительства.

В результате визуального обследования конструкций и инструментальных измерений выявлены следующие дефекты:

- расхождение плит опалубки;

- трещины в плите;
- выпуклость вертикальной конструкции.

На рис. 4 представлены фрагменты панелей опалубки с трещинами.

Анализ результатов визуального обследования и инструментальных измерений позволил выявить причинно-следственные связи образования дефектов возведенных строительных конструкций.

Сквозная и несквозная вертикальные трещины в щите опалубки из цементно-стружечной плиты образованы как проявление скрытых дефектов. Скрытые дефекты щитов опалубки образованы вне реализации технологических процессов и, как правило, вне строительной площадки. Наиболее вероятные причины образования указанных трещин: возникновение микротрещин в теле цементно-стружечной плиты в результате внешнего механического воздействия (удара, изгиба и др.) при складировании, транспортировке или изготовлении блоков несъемной опалубки. В процессе укладки и уплотнения бетонной смеси в построечных условиях возрастает механическая нагрузка на щиты опалубки, что приводит к развитию скрытых микротрещин в сквозные и несквозные трещины, длина которых, как правило, равна размеру панели. Более обоснованные причинно-следственные связи могут быть установлены на основе дополнительных исследований логической цепочки технологической системы в целом.

Текущий контроль предполагает проверку качества привинчивания стяжных устройств. Резьбу внутри панели срывать нельзя, так как в этом случае нет прочности стягивания панелей. Ослабление прочности стягивания панелей опалубки приводит к их расхождению в процессе укладки бетонной смеси. Если крепежный элемент перекручен, то технологическим регламентом предусмотрена установка дополнительной металлической накладки, на которую следует закреплять замок. При укладке и уплотнении бетонной смеси на строительной площадке под воздействием распора цементно-стружечные плиты раздвигаются относительно продольной оси блока, что приводит к образованию наклонных трещин в щитах опалубки и утолщений (выпуклостей) возводимых конструкций. Происхождение указанного дефекта является, как правило, продолжением скрытого брака, начало которому положено в заводских условиях при сборке панелей в опалубочный блок. Установлено, что нарушение технологического регламента укладки бетонной смеси, приводящее к нарушению геометрических параметров возводимых конструкций, наиболее часто происходит при использовании бетононасосов. При укладке бетонной смеси по схеме «кран-бадья» образования выпуклостей на конструкциях не выявлено.

Исследование надежности строительной технологической системы возведения жилых зданий из монолитного железобетона с использованием опалубки из цементно-стружечных плит продолжается. В рамках исследования осуществляется разработка технического решения по предотвращению расхождения панелей опалубки и образования выпуклостей строительных конструкций.

В процессе производства работ на строительной площадке встречаются дефекты, проявляющиеся через относительно длительное время. Например, на возведенных конструкциях цементно-стружечные плиты расслаиваются и вываливаются относительно большими участками. В пе-

риод гарантийных обязательств подрядная организация производит ремонт таких конструкций за свой счет, заключающийся в демонтаже цементно-стружечной плиты и полной отделке всего помещения.

Анализ дефектных ведомостей и протоколов обследования показывает, что выявленные дефекты не являются критическими и не влияют на безопасность эксплуатации здания. В то же время выявленные дефекты подлежат устранению, что является дополнительной работой, увеличивающей себестоимость продукции.

В результате проведенного исследования установлено, что вероятность выполнения задания по параметрам качества реализации технологических процессов изменяется:

– по расхождению стыков плит опалубки от  $P_{\min}^j=0,821$  до  $P_{\max}^j=0,917$  при среднем значении  $P_{\text{ср}}^j=0,872$ ;

– по образованию продольных и поперечных трещин на весь размер панели от  $P_{\min}^{\text{ин}}=0,839$  до  $P_{\max}^{\text{ин}}=0,911$  при среднем значении  $P_{\text{ср}}^{\text{ин}}=0,870$ ;

– по образованию наклонных трещин панели опалубки от  $P_{\min}^t=0,815$  до  $P_{\max}^t=0,910$  при среднем значении  $P_{\text{ср}}^t=0,867$ ;

– по образованию выпуклостей на поверхностях возведенных конструкций от  $P_{\min}^v=0,881$  до  $P_{\max}^v=0,931$  при среднем значении  $P_{\text{ср}}^v=0,904$ .

Вероятность одновременного невыполнения задания по параметрам качества хотя бы по одному признаку изменяется от  $Q_{\min}=0,082$  до  $Q_{\max}=0,161$  при среднем значении  $Q_{\text{ср}}=0,119$ . При этом максимальное значение технологического отказа приходится на дефекты внеплощадочного возникновения.

Анализ результатов визуального обследования конструкций, инструментального измерения выявленных дефектов и математическая обработка их численных характеристик показывает, что строительная технологическая система возведения зданий из монолитного железобетона с использованием несъемной опалубки из цементно-стружечных плит соответствует предусмотренному технологическим регламентом уровню надежности по параметрам качества.

#### Список литературы

1. Krawczyńska-Piechna A. Comprehensive Approach to Efficient Planning of Formwork Utilization on the Construction Site // *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 182. P. 366–372. DOI.org/10.1016/j.proeng.2017.03.114.
2. Абрамян С.Г., Ахмедов А.М., Халилов В.С., Уманцев Д.А. Развитие монолитного строительства и современные опалубочные системы // *Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура*. 2014. № 36 (55). С. 231–239.
3. Wang Lei, Chen S.S., Tsang D.C.W., Poon Chi-Sun, Dai Jian-Guo. CO<sub>2</sub> curing and fibre reinforcement for green recycling of contaminated wood into high-performance cement-bonded particleboards // *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*. 2017. Vol. 18. P. 107–116. DOI.org/10.1016/j.jcou.2017.01.018.
4. Soroushian P., Won Jong-Pil, Hassan M. Durability and microstructure analysis of CO<sub>2</sub>-cured cement-bonded wood particleboard // *Cement and Concrete Composites*. 2013. Vol. 41. P. 34–44. DOI.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.04.014.
5. Рязанова Г.Н., Камбург В.Г. Описание и модельный подход в технологии возведения самонесущих ограждающих

#### Заключение.

В результате натурных обследований возведенных строительных конструкций и инструментальных измерений установлено:

1. Наиболее часто образуются следующие дефекты: продольные сквозные трещины с шириной раскрытия до 12 мм; наклонные несквозные трещины с шириной раскрытия от 1 до 8 мм; выпуклость вертикальной конструкции.

2. Расслоение древесно-стружечных плит происходит вследствие их переувлажнения, как правило, в процессе укладки бетонной смеси и выдержки бетона.

3. Сквозные трещины образуются как развитие микротрещин, возникших в результате механического воздействия вне реализации технологического процесса по укладке и уплотнению бетонной смеси.

4. Выпуклости в возведенных конструкциях образуются из-за низкой прочности крепления стяжных устройств к панелям блока опалубки, а также вследствие нарушения технологического регламента при укладке и уплотнении бетонной смеси.

5. Вероятность одновременного невыполнения задания по параметрам качества хотя бы по одному признаку изменяется от  $Q_{\min}=0,082$  до  $Q_{\max}=0,161$  при среднем значении  $Q_{\text{ср}}=0,119$ . При этом значение, допустимое технологическим регламентом  $Q_{\text{ср}}=0,2$ .

6. В целом строительная технологическая система возведения жилых зданий из монолитного железобетона в несъемной опалубке из цементно-стружечных плит характеризуется как соответствующая заданному уровню надежности по параметрам качества.

7. Исследование строительной технологической системы возведения жилых зданий с использованием несъемной опалубки из цементно-стружечных плит, а также разработка технических мероприятий по предотвращению образования выпуклостей на строительных конструкциях продолжаются.

Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН «5-100».

#### References

1. Krawczyńska-Piechna A. Comprehensive Approach to Efficient Planning of Formwork Utilization on the Construction Site. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 182, pp. 366–372. DOI.org/10.1016/j.proeng.2017.03.114.
2. Abramjan S.G., Ahmedov A.M., Halilov V.S., Umancev D.A. The development of monolithic construction and modern formwork systems. *Vestnik VolgGASU. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura*. 2014. No. 36 (55), pp. 231–239. (In Russian).
3. Wang Lei, Chen S.S., Tsang D.C.W., Poon Chi-Sun, Dai Jian-Guo. CO<sub>2</sub> curing and fibre reinforcement for green recycling of contaminated wood into high-performance cement-bonded particleboards. *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*. 2017. Vol. 18, pp. 107–116. DOI.org/10.1016/j.jcou.2017.01.018.
4. Soroushian P., Won Jong-Pil, Hassan M. Durability and microstructure analysis of CO<sub>2</sub>-cured cement-bonded wood particleboard // *Cement and Concrete Composites*. 2013. Vol. 41, pp. 34–44. DOI.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.04.014.
5. Riazanova G.N., Kamburg V.G. Description and model approach in technologies of mounting filler structures in

- щих конструкций из крупнопористого керамзитобетона в несъемной опалубке из цементно-стружечных плит // *Вестник ХНУ. Технические науки*. 2014. № 3 (213). С. 183–187.
6. Huang Bo-Tao, Li Qing-Hua, Xu Shi-Lang, Li Chen-Fei. Development of reinforced ultra-high toughness cementitious composite permanent formwork: Experimental study and Digital Image Correlation analysis. *Composite Structures*. 2017. Vol. 180. P. 892–903. DOI.org/10.1016/j.compstruct.2017.08.016.
  7. Kharum M., Svintsov A.P. Reliability of technological systems of building construction in permanent EPS formwork // *International Journal of Advanced and Applied Sciences*. 2017. Vol. 4. I. 11. P. 94–98. DOI.org/10.21833/ijaas.2017.011.014.
  8. Свинцов А.П., Панин О.В. Надежность технологической системы возведения монолитных железобетонных стен // *Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования*. 2011. № 2. С. 43–47.
  9. Байбурун А.Х. Обеспечение качества и безопасности возводимых гражданских зданий. М: АСВ. 2015. 335 с.
  10. Moon S., Choi E., Yang B. Holistic integration based on USN technology for monitoring safety during concrete placement. *Automation in Construction*. 2015. Vol. 57. P. 112–119. DOI.org/10.1016/j.autcon.2015.05.001.
  11. Nazarko L. Technology Assessment in Construction Sector as a towards Sustainability // *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 122. P. 290–295.
- permanent forms with macroporous expanded-clay concrete filling. *Vestnik HNU. Tehnicheskie nauki*. 2014. No. 3 (213), pp. 183–187. (In Russian).
6. Huang Bo-Tao, Li Qing-Hua, Xu Shi-Lang, Li Chen-Fei. Development of reinforced ultra-high toughness cementitious composite permanent formwork: Experimental study and Digital Image Correlation analysis. *Composite Structures*. 2017. Vol. 180, pp. 892–903. DOI.org/10.1016/j.compstruct.2017.08.016.
  7. Kharum M., Svintsov A.P. Reliability of technological systems of building construction in permanent EPS formwork. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*. 2017. Vol. 4, I. 11, pp. 94–98. DOI.org/10.21833/ijaas.2017.011.014.
  8. Svintsov A.P., Panin O.V. Reliability of technological systems of the monolithic reinforced concrete wall construction. *Vestnik RUDN. Inzhenernye issledovaniya*. 2011. No. 2, pp. 43–47. (In Russian).
  9. Bajburin A.H. Obespechenie kachestva i bezopasnosti vozvodimyh grazhdanskih zdaniy [Ensuring the quality and safety of constructed civil buildings]. Moscow: ASV. 2015. 335 p.
  10. Moon S., Choi E., Yang B. Holistic integration based on USN technology for monitoring safety during concrete placement. *Automation in Construction*. 2015. Vol. 57, pp. 112–119. DOI.org/10.1016/j.autcon.2015.05.001.
  11. Nazarko L. Technology Assessment in Construction Sector as a towards Sustainability. *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 122, pp. 290–295.

**Агентство социально-экономического развития компания**

**«АСЭРГРУПП»**

ПРОВОДИТ

**IV Всероссийскую конференцию**

**«Изменение градостроительного и земельного законодательства 2018»**

2 июля 2018 г., Москва, конгресс-центр ГК «Космос»

**II Всероссийскую конференцию**

**«Объекты культурного наследия. Актуальные изменения 2018 г.»**

24 сентября 2018 г., Москва, Отель «Арарат Парк Хаятт»

**Организатор – компания «АСЭРГРУПП»**

**E-mail: [info@asergroup.ru](mailto:info@asergroup.ru)**

**Тел./факс: (495) 988-61-15, 971-56-81**

**<http://www.asergroup.ru>**



УДК 72.03

К.Р. ЮСИФОВА, инженер (yusifova.kamala@bk.ru)

Азербайджанский архитектурно-строительный университет (1173, Азербайджан, г. Баку, ул. А. Султанова, 11)

## Экстерьеры и интерьеры жилых домов на рубеже XIX–XX вв. в Баку

*Прослеживается развитие стилистических особенностей местной архитектуры в XIX – в начале XX в., появление новых тенденций в организации и оформлении экстерьеров и интерьеров рассматриваемого периода. Возникновение и распространение капиталистических производственных отношений оказало значительное влияние на последующее развитие азербайджанской архитектуры. Наблюдаемые новые проявления в азербайджанской архитектуре особенно наглядно выразились в застройке Баку. Уже на стыке XIX–XX столетий в период бурного развития нефтяной промышленности Баку превратился в один из крупнейших городов Российской империи. В этот период азербайджанская архитектура развивалась на основе композиции зданий, занимающей важное место в архитектурно-планировочной структуре жилищ и традиций европейской архитектуры. Основу композиционного строения зданий, сооружаемых местными архитекторами и народными мастерами, составляли традиционные архитектурные корни. Активно действовали наряду с местными архитекторами воспитанники европейской школы архитектуры.*

**Ключевые слова:** архитектура, экстерьер, интерьер, город, тенденции, здания, дом, традиции, стиль, мебель.

**Для цитирования:** Юсифова К.Р. Экстерьеры и интерьеры жилых домов на рубеже XIX–XX вв. в Баку // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 40–47.

K. R. YUSIFOVA, Engineer (yusifova.kamala@bk.ru)

Azerbaijan University of Architecture and Construction (11, A. Sultanova Street, 1173, Baku, Azerbaijan)

### Exteriors and Interiors of Residential Houses at the Turn of the XIX–XX Centuries in Baku

The development of stylistic features of the local architecture in the XIX – early XX centuries, the emergence of new trends in the organization and design of exteriors and interiors of the period considered are traced. The emergence and spread of capitalistic production relations had a significant impact on the subsequent development of Azerbaijan architecture. New observed manifestations in the architecture of Azerbaijan especially clearly reflected in the development of Baku. Already at the turn of the XIX–XX centuries, during the period of rapid development of the oil industry, Baku became one of the largest cities of the Russian Empire. During this period, the architecture of Azerbaijan developed on the basis of the composition of buildings which occupied an important place in the architectural-planning structure of dwellings and the traditions of European architecture. The basis of compositional structure of buildings constructed by local architects and people craftsmen were traditional architectural roots. Pupils of the European school of architecture actively acted together with local architects.

**Keywords:** architecture, exterior, interior, trends, buildings, house, traditions, style, furniture.

**For citation:** Yusifova K.R. Exteriors and interiors of residential houses at the turn of the XIX–XX centuries in Baku. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 5, pp. 40–47. (In Russian).

Зодчество в Азербайджане, в частности развитие архитектурного оформления экстерьеров и интерьеров периода XIX и начала XX в., выглядит вполне прогрессивным на фоне других стран Ближнего Востока, где наблюдалось большое отставание в планировке и застройке городов, а также в развитии промышленности и железнодорожного транспорта [1–5]. Конечно, в этом большую роль сыграло интенсивное развитие нефтяной промышленности на Апшеронском полуострове вблизи города Баку и его пригородах [6–8].

Развитие нефтяной промышленности помогло становлению капитализма в Азербайджане, особенно в городах Баку, Гянджа и Губа. И хотя к тому времени г. Гянджа, переименованный в Елизаветполь в честь Елизаветы Алексеевны, супруги Александра I, стал на путь развития капитализма и получил статус губернского города в территориально-пространственном центре азербайджанских земель [9], Баку в силу размещения там компактно расположенного нефтепроизводственного комплекса и наличия нефтяного фонда в руках небольшого количества представителей буржуазии,

а также в результате строительства в 1883 г. Закавказской железной дороги, связывающей его с другими городами, получил статус нефтяного центра Российской империи [10–11]. Для производственных нужд промышленности потребовалась новая рабочая сила, повлекшая большой приток в город сельских жителей из других регионов Азербайджана. В свою очередь, этот процесс дал толчок к крупномасштабному строительству жилых кварталов, зданий разного типа, разного уровня архитектурно-конструктивной обработки и разных стилиевых направлений [12–15].

Следует отметить, что рост населения стимулировал и новое освоение городских земель, а появление фабрик и заводов способствовало превращению Баку в один из крупных промышленных центров царской России. В зависимости от социальной принадлежности и уровня материальной обеспеченности часть населения в лице нефтяных магнатов для строительства своих особняков и доходных домов пригласила известных к тому времени архитекторов, инженеров, конструкторов из России и европейских стран. В их творчестве выделялись как крупные фундаменталь-



Рис. 1. Жилой дом Тагиева на улице Г.З. Тагиева

ные общественные сооружения, так и различные типы городских жилых домов, что было связано и обосновано новыми веяниями архитектурных школ разных стран. В этих жилых домах часто в различных вариациях использовались классические мотивы разных стилей (французской готики, ренессанса, барокко, рококо, модерна и конечно же национального стиля). Приглашенные зодчие и инженеры из других стран и местные архитекторы, глубоко изучив традиционные элементы местного и восточного зодчества, а также европейские стилевые направления, старались корректно использовать их сочетание в планировке жилых домов, в решении интерьеров и экстерьеров. Умелое использование различных приемов в виде архитектурной эклектики обогатило архитектурно-художественный облик городской застройки Баку [16–19].

#### Стилевые особенности экстерьеров жилых домов

Жилые дома Баку того периода отличались богатыми архитектурно-планировочными и композиционными решениями. Например, для планировки доходных жилых домов было характерно двухрядное расположение комнат, где

внутреннее пространство здания разбивалось на ряд изолированных квартир. На подобное планировочное решение оказали влияние местные климатические условия, высокая плотность застройки жилых кварталов, рельеф местности и национальные традиции. Но если центральные районы города Баку застраивались в основном двух-, трехэтажными домами, то окраины за счет близко расположенных друг к другу улиц застраивались одноэтажными, в редких случаях двухэтажными домами, выходящими на общий двор колодезного типа, занимающими очень маленькие участки, что во многом предопределило общий архитектурный облик жилых кварталов [13].

Малые и одинаковые размеры большинства городских кварталов предопределили следующие приемы застройки, зависящие от размещения зданий по отношению к улицам:

- группа близко расположенных друг к другу зданий, целиком занимая квартал, формировала четыре равноценных фасада, обращенных на улицы;
- группа зданий, занимающих часть квартала, П-образной формы тоже с равноценными фасадами на три улицы;
- угловое размещение из двух зданий;
- отдельное здание, расположенное в середине квартала и имеющее два равноценных фасада, оба обращенные на противоположные стороны квартала;
- фронтально расположенные здания по одну сторону квартала, фасады которых были обращены на одну из улиц центра Баку [17].

Первый прием застройки не нашел широкого распространения, его можно проиллюстрировать лишь несколькими примерами. Это жилой дом и дворец Г.З. Тагиева по Горчаковской ул., 4, сейчас ул. Г.З. Тагиева (рис. 1); дом Меликовых по Воронцовской ул., 19, сейчас ул. И. Сафарли (рис. 2); дом братьев Тагиевых по Красноводской ул., 21, сейчас ул. С. Вургуня и др.

За исключением особняка Г.З. Тагиева, все перечисленные выше дома являлись доходными. Архитектура этих, как правило двухэтажных домов, имея различную стилевую направленность, в целом была выдержана в классических



Рис. 2. Жилой дом Меликовых на улице Исмаила Сафарли

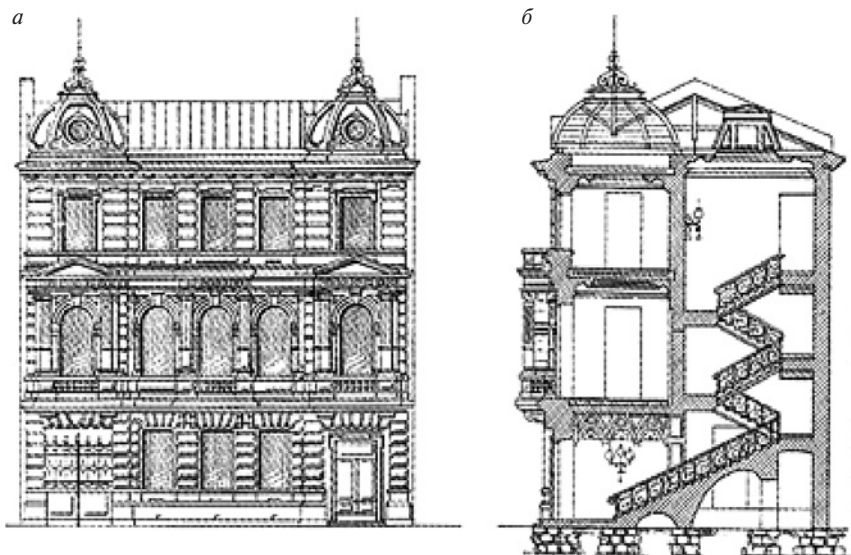


Рис. 3. Проект дома Рзаевых на улице Балаханской (в настоящее время ул. Физули): а – фасад; б – разрез. 1893 г. Арх. И.В. Едел



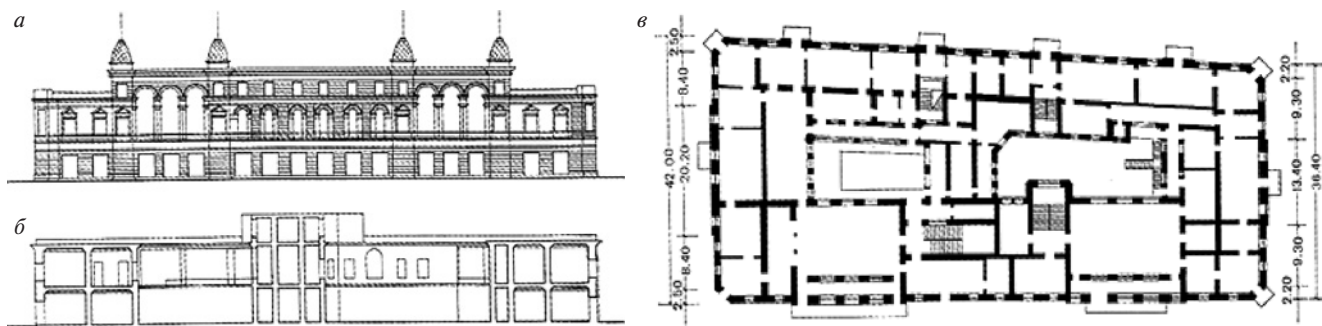


Рис. 4. Особняк Г.З. Тагиева на ул. Г.З. Тагиева: а – фасад; б – разрез; в – план 2-го этажа. Инж. И.В. Гославский

формах ордерной системы и принадлежала творчеству ведущих зодчих города того времени.

Это был период, когда формирование планировки и архитектуры жилых домов, а также их внутренняя структура решались на высоком профессиональном уровне, где особое внимание уделялось интерьерам жилых и парадных помещений [12–16].

Второй прием отличался от первого большей гибкостью. В решениях зданий было немало интересных примеров организации планировки, а также построения общей композиции.

В этих домах, относящихся также к числу доходных, т. е. отдаваемых в аренду, на этаже размещалось несколько изолированных квартир. Благодаря крупному масштабу архитектурных форм, богатой пластике фасадов, наличию таких пространственных элементов, как балконы, эркеры и т. д., эти сооружения определяли общий характер архитектуры Баку начала XX в.; в этот период преобладающими формами в зданиях являлась классическая ордерная система и элементы бакинского модерна (рис. 3, 4).

Третий и пятый приемы зданий в застройке кварталов, т. е. приемы с угловой и фронтальной постановкой зданий, были наиболее распространенными [15]. Состав помещений всех квартир доходных домов определялся из расчета обеспечения условий проживания в них зажиточных семей. Общая схема планировки квартир в целом напоминала внутреннюю структуру домов городов Петербурга, Москвы и ряда западноевропейских городов, но с сохранением специфических местных особенностей национальной архитектуры [6, 19]. Примером этого в Баку могут служить дома, построенные на ул. Полицейской, ныне ул. Ю. Мамадалиева, 19 (1900 г.), инж. А.А. Никитин; ул. Церковной,



Рис. 5. Дом Исафил Гаджиева на улице Дж. Джаббарлы

ныне ул. Видади, 140 (1909 г.); ул. Шемахинской, 4, ныне ул. Джафара Джабарлы, 12 (1912 г.), инж. И.К. Плошко (рис. 5).

Планы этих домов имели четко выраженные продольные и поперечные оси с расположенными по ним лестничными клетками и двухрядным строением помещений (рис. 6).

Но, несмотря на некоторые черты общности планировочных решений указанных типов домов в Баку с планировкой квартир, схожих с домами европейских городов того периода, в них все еще сохранялась специфика, присущая народному жилью Азербайджана и отвечающая местным условиям и традициям. Так, например, экстерьеры фасадов, обращенные на улицу, решались с окнами, тогда как перед помещениями со стороны двора распо-

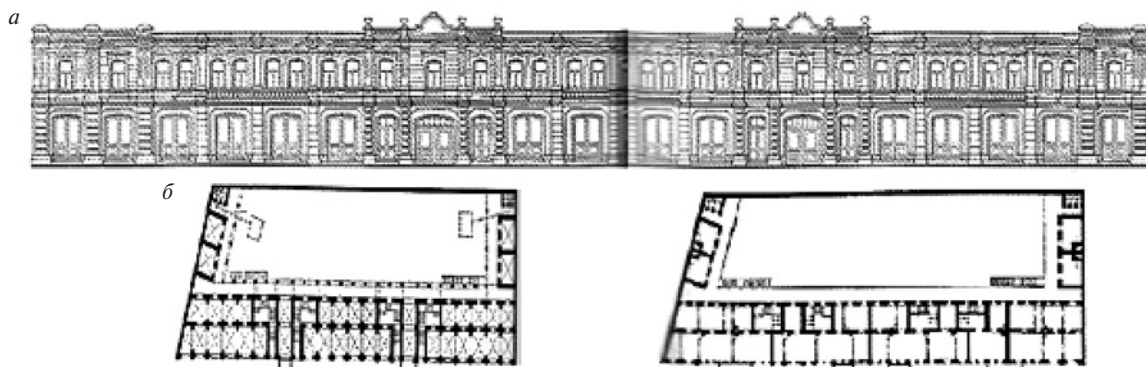


Рис. 6. Проект жилого дома Солтанова на Биржевой площади (сквер Азадлыг): а – фасад; б – планы этажей. Арх. М.М. ГафарИсмаилов





Рис. 7. Дом Мирбабаевых на площади Азнефть

лагались стеклянные, характерные для апшеронской архитектуры галереи – шушэбэнды [16]. Так же как в домах Петербурга, Москвы и других европейских городов, здесь тоже жилые и парадные комнаты квартир изолировались от подсобной группы помещений посредством коридоров и внутренних переходов, что придавало ясность внутренней планировке домов.

Планировочное решение жилых домов сильно влияло на их объемно-пространственную организацию, а также проявлялось на оформлении экстерьеров в зависимости от значимости расположения фасадов. К числу разновидностей приемов планировки в жилых домах этого типа следует отнести характер пространственной структуры особняков на ул. Милютинской, 8 (арх. И.В. Эдель, 1891 г.). Вытянутый прямоугольник участка под зданием продиктовал целесообразность расположения двух изолированных квартир в зеркальном отображении по оси с самостоятельными лестницами, лишенными естественно-го освещения.

В особняке братьев Садыковых – одних из нефтяных магнатов Баку в помещениях здания вместо традиционного перехода остекленного коридора – шушэбэнда перед жилой и частично подсобной группой помещений в планировке дома был использован новый принцип организации интерьера, устройство внутреннего коридора. Это дало возможность все помещения решать изолированно [5].

Одним из интересных в планировочном отношении примеров строительства жилых зданий в Баку может служить доходный дом Мирбабаева (арх. П. Штерн, 1890-е гг.). Здание было обращено на площадь Азнефть (рис. 7) и замыкало ось набережной в юго-западном направлении. В планировке использованы оба приема: и расположение квартир вдоль внутреннего коридора, и устройство шушэбэнда со стороны двора. В доме Мирбабаева можно отметить более целесообразную композицию плана по той причине, что разработка угловой части квартир имеет более продуманный и развитый план, тесно связанный со всей функциональной структурой жилого блока. Главный фасад здания благодаря подчеркнутой центральной части и угловым граненым объемам с куполообразным завершением на крыше создает образ монументального жилого дома, а его экстерьеры выдержаны в духе французского ренессанса с применением ордерной системы [11–15].

Таким образом, зодчие в основном тяготели к классической ордерной системе. Кроме того, композиция фасадов бакинских жилых домов того времени насыщена богатой пластикой, объемными элементами, включающими многочисленные балконы и эркеры. Эти пространственные элементы тесно связаны не только с композицией фасада, но и с планом здания [16].

Европейская архитектура, проникшая в застройку городов Азербайджана, заставила местных зодчих и

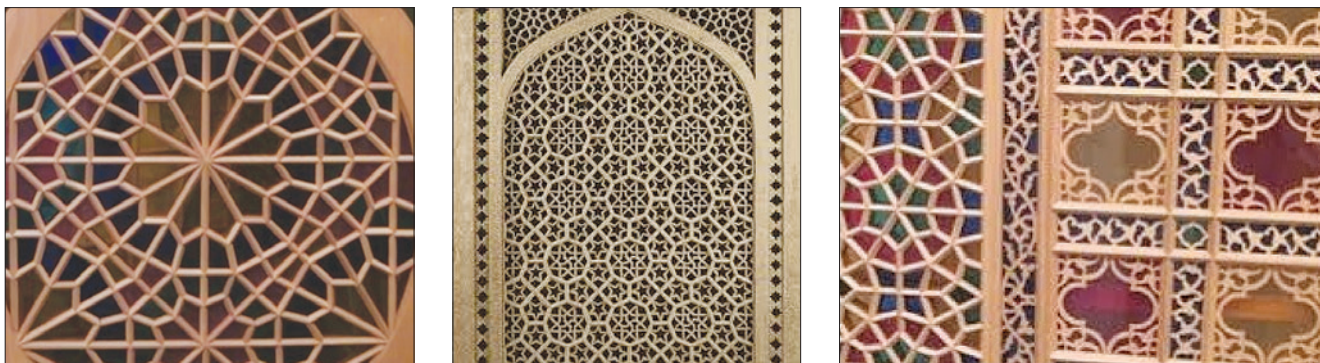


Рис. 8. Шебеке



Рис. 9. Резьба на поверхности элементов мебели



народных мастеров присмотреться к ее особенностям, прогрессивным и технологическим новшествам, чтобы в какой-то степени использовать на фасадах домов эти новые формы и элементы. Но часто жилые дома отражали и некоторые черты национальной архитектуры, приемы которой, согласованные с местными особенностями, традициями, а также строительными материалами, оставались все еще востребованными. По этой причине в творчестве местных бакинских архитекторов дореволюционного периода восточный стиль занимал значительное место как в экстерьере, так и в интерьере домов. Например, экстерьер, выполненный в восточном стиле того периода, характеризовался экзотичностью и в то же время индивидуальностью. Именно в жилых зданиях, построенных в национально-романтическом стиле, чаще, чем в других, выявлялись архитектурно-художественные особенности фасадов того времени [1].

Наряду с вышеотмеченными стилевыми направлениями в архитектуре жилых домов Баку наблюдалась также своеобразность переплетения стилей, вобравших в себя черты европейского классицизма и национального романтизма. В новых социально-экономических условиях архитектура жилых домов в исторических средневековых городах Азербайджана продолжала свое развитие, но уже с использованием новых конструкций и строительных материалов. И хотя все еще не была утрачена связь с традицией, преемственность как закономерность оживила их в прогрессивных чертах и новых интерпретациях. Это позволило при проектировании, не отказываясь от приемов прошлых лет, ввести новые конструктивные элементы, еще больше обогащая облик зданий, предназначенных для жилья и обслуживания. Параллельно с ними ряд фундаментально построенных домов еще в XVIII в. подвергались модернизации, улучшились в планировочно-конструктивном отношении. Например, в домах, формирующих бакинские улицы центральных районов, фасадное оформление домов занимало заметное место, где архитектурные элементы в виде балконов, входных арок замкнутых дворов-колодцев, а также архитектурный декор многих фасадов определили образ жилого дома «городского типа» [7].

Однако, к сожалению, указанные формы архитектурного декора фасадов особняков и дворцов местной буржуазии, которые старались «перекричать» друг друга пом-

пезностью форм не очень выделялись из общего фона, сплошной периметральной застройки; из-за узости улиц они теряли свою декоративную и визуальную ценность [4].

### Интерьеры жилых домов

Указанные методы планировки и стили оформления фасадов жилых домов, представляющие жилую архитектуру XIX в., появились и в решении их внутреннего убранства. Большое внимание уделялось внутренней пространственной обработке интерьеров. Для украшения их потолков применялись сталактитные формы в сводообразных перекрытиях, деревянные колонны использовались при застеклении окон веранд «шебеке» (рис. 8), витражей и оформлении сложных сплетений декора, которые еще раз доказывали, что работы народных мастеров были поистине произведениями искусства [3, 13].

Среди сохранившихся примеров есть заслуживающие внимания, к их числу можно отнести интересо решенные интерьеры доходных домов (рис. 9). В этих особняках использовались насыщенные яркие и глубокие цвета, а в качестве оборудования традиционная восточная мебель сочеталась с особой помпезностью гардинных покрытий окон. Два направления в архитектуре Азербайджана развивались параллельно: европейский и национальный романтизм. Этому способствовали приток иностранного населения, а также появление местных образованных заказчиков [3].

На рубеже XIX–XX вв. в связи со стремительным развитием нефтяной промышленности увеличилось количество жилых домов городского типа, построенных из местных строительных материалов и местными мастерами. Они привнесли в интерьеры Баку специфические формы, насыщенные яркие и глубокие цвета в обработке стен и потолков помещения, традиционные виды восточной мебели и т. д. Это были широкие кровати с балдахином, шкафы-комоды под названием «бусабак» – секретеры, предназначенные для хранения мелких предметов и включающие множество небольших ящичков, массивные столы и зеркала в гостиных, низкие диваны, загадочные сундуки и пр. Местные мастера создавали необычайно эффектные, тончайшие по рисунку шебеке в застеклении веранд дворцов с разнообразнейшим (обычно геометрическим) узором. Такой прием считался самым распространенным в интерьерах этого периода [7, 10].



Рис. 10. Восточный зал (а) и кабинет (б) дома Г. З. Тагиева



Рис. 11. Доходный дом Мусы Нагиева

Арабский стиль, используемый в интерьерах других дворцовых особняков, был хорошо представлен в их великолепных колонных залах, используемых для приемов. Инженер И.В. Гославский при отделке одного из главных залов дома Г.З. Тагиева увлекся архитектурой Кордовского халифата и Магриба (рис. 10). Надо отдать должное автору, он мастерски передал дух и очарование арабского Востока не только в архитектурной отделке интерьера, но и в решении оборудования, светильников, мебели, в рисунке паркета и пр. Поскольку климатические, бытовые и религиозные особенности и традиции Востока имели много общего с местными условиями, то они и свободно использовались в разработке архитектуры жилья того времени [3, 16].

Архитектурные элементы и детали традиционного местного зодчества, используемые в интерьерном решении городских жилых домов, придавали им колорит и объяснялись прежде всего специфическими особенностями, национальными и бытовыми условиями жаркого климата.

Архивные материалы говорят о том, что зарубежные архитекторы при составлении проектов зданий и их внутреннего решения также бережно обращались с восточными архитектурными формами и оборудованием интерьеров,

представленными чаще всего апшероно-ширванской школой зодчества. Это же отмечает и гражданский инженер К.Б. Скуревич (1866–1950) работавший в Баку. Он был одним из тех архитекторов, которые застраивали город крупными капитальными зданиями, одновременно определяя стилевое направление архитектуры [1].

До 1920 г. было построено много зданий в европейском и национально-романтическом стилях, в которых выявлялись потенциальные возможности местного зодчества, оказавшие заметное влияние на творчество архитекторов Азербайджана в советский период (рис. 11–13). Сохранившиеся постройки определяли симпатии новых архитекторов к этим стилям.

Развитие стилистических особенностей европейской эклектики и стилизаторства народных традиций оказало большое влияние как на интерьерное, так и на экстерьерное решение жилых построек, не утративших связи с прошлым, столкнувшихся с новыми социалистическими и экономическими условиями 1920–1930-х гг. [4].

Перед архитекторами с европейским образованием вставала задача отказаться от привычных приемов проектирования жилья и приблизиться к использованию конструктивных элементов с применением новых строительных материалов, позволяющих создавать современную архитектуру и приемы планировки. Большую ценность и значимость в этом направлении внесли архитекторы XIX и начала XX в. Следует особо отметить роль стиля нового направления известного под названием «модерн» [9].

Архитектуру модерна отличало стремление к созданию эстетически красивых и функциональных зданий, где большое внимание уделялось не только внешнему виду, но и интерьеру, который тщательно прорабатывался, возводя утилитарный быт в степень искусства. Модернисты того времени создали совершенно новые формы, новые композиционные приемы, а также и новые орнаментальные мотивы, выразившие, по их мнению, темпы, ритм и развитие большого города. Модерн также часто называли «стилем волн» за его отказ от углов в пользу плавных линий в проектировании зданий. Интерьеры в таком стиле требовали больших пространств, внушительных оконных проемов, которые украшались гипсовой лепкой. Например, впервые стены и арки стали полноправными частя-



Рис. 12. Жилой дом на улице 28 Апреля

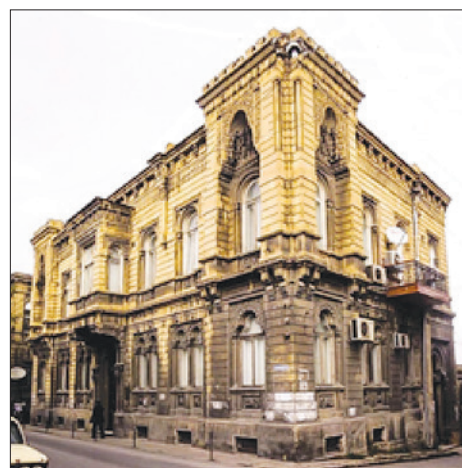


Рис. 13. Жилой дом Агабала Кулиева на улице Муртуза Мухтарова





Рис. 14. Жилой дом Гаджинского



Рис. 15. Дом Муртуза Мухтарова на улице Ахмеда Джавада

ми интерьера, оформлению которых уделялось не меньше внимания, чем мебели. В зданиях, выдержанных в стиле модерн, и интерьерах обильно использовались ниши, в которых так удобно было разместить панно или картины, и полки для книг и статуэток, которые объединяли пространственно элементы интерьера. Например, два стеллажа соединялись между собой длинной полкой, образовывали пространство для небольшой кушетки. В начале XX в. стремления архитекторов сводились больше к декоративной обработке фасадов, причем все это доводилось до полной детализации малых форм. Вскоре модерн начал наблюдаться в отделке мебели, в декоративном решении стен, потолка интерьеров.

Таким образом, в начале XX в. модерн в Азербайджане наряду с другими классическими стилями получив право гражданства, внес свой существенный вклад в архитектурный облик города Баку (рис. 14–16). Однако в бакинских постройках того времени, несмотря на широкое распространение архитектурно-декоративных средств стиля модерн, в застройке зданий, в интерьере и меблировке квартир он постоянно противопоставлялся спокойной уравновешенности классических композиций стиля ренессанс, изяществу стиля рококо, монументальности стиля барокко, а позднее строгой геометрии стиля конструктивизма.

Несмотря на некоторые отклонения в архитектурно-художественном плане, можно сказать, что стиль модерн сыграл определенную роль в поисках новых форм, собственных современным материалам. Поэтому завоеваниями модерна можно считать первым долгом приобретение зданиями художественной выразительности и разумного объемно-пространственного построения интерьеров и их экстерьеров. Впоследствии этот стиль оказал большое влияние и на последующее развитие архитектуры вплоть до конструктивизма 1930-х гг., особенно отражаясь в меблировке зданий, которая отличалась лаконичностью, простотой



Рис. 16. Жилой дом на улице Гоголя

той форм, унификацией деталей для удобства в массовом производстве.

Анализируя материал по выявлению особенностей архитектурного решения экстерьеров и интерьеров построек жилых домов на рубеже XIX – начала XX в. можно отметить, что в оформлении интерьеров и экстерьеров различных типов жилых домов применялись своеобразные стилевые решения.

В особняках бакинских нефтяных магнатов зодчие того времени старались сохранить национальный колорит в архитектурном решении планов, фасадов и в убранстве внутренних помещений. Одновременно использовались самые прогрессивные методы и материалы строительства, получившие отражение в исторических стилях. В архитектурно-пространственных решениях экстерьеров и интерьеров часто наблюдалось совмещение французского ренессанса, готики, барокко, рококо и конечно же восточного стиля.

#### Список литературы

1. Микаилова М.Н. Стилєвая характеристика архитектуры Баку в XIX – начале XX в. // *Социология города*. 2012. № 4. С. 46–50.
2. Мустафаев М.Р. Архитектура Баку // *Science Time*. 2015. № 6 (18). С. 331–341.

#### References

1. Mikailova M.N. The style characteristic of the architecture of Baku in the XIX – early XX century. *Sociologiya goroda*. 2012. No. 4, pp. 46–50. (In Russian).
2. Mustafaev M.R. Architecture Of Baku. *Science Time*. 2015. No. 6 (18), pp. 331–341.

3. Архитектура Азербайджана. Баку: АН Азерб. ССР, 1952. 674 с.
4. Ализаде Г.М. Народное зодчество Азербайджана и его прогрессивные традиции. Баку: АН Азерб. ССР, 1963. 228 с.
5. Велиев Ф.И. Материальная культура Азербайджана в начале XIX–XX вв. Баку: Восток-Запад, 2010. 424 с.
6. Развитие города Баку // *Коммунальная жизнь*. 1923. № 1. С. 12–18.
7. Салам-заде А.В. Архитектура Азербайджана в XVI–XX вв. Баку: АН Азерб. ССР, 1964. 255 с.
8. Аскеров Н.С. Архитектурный орнамент Азербайджана. Баку: АН Азерб. ССР, 1941. 46 с.
9. Гасанов Э.Л. О развитии традиционных ремесленных отраслей Гянджи на рубеже XIX–XX веков // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 9–4. С. 892–895.
10. Мустафаева Р.Э. К вопросу об архитектурной стилистике зданий и сооружений Баку на рубеже XIX–XX веков. *Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016: Сборник материалов международной научно-практической конференции*. 2016. С. 200–207.
11. Аскерова Х.З. Архитектура Баку на рубеже XIX–XX вв. // *Сборник конференций НИЦ Социосфера*. 2016. № 19. С. 15–18.
12. Фатуллаев-Фигаров Ш. Градостроительство и архитектура Азербайджана XIX – начала XX века // *Архитектура. Строительство. Дизайн*. 2014. № 2 (75). С. 46–53.
13. Салам-заде А.В., Садыхзаде А.А. Жилые здания в Азербайджане в XVIII–XX вв. Баку, 1961. С. 11–13.
14. Фатуллаев Ш.С. Модерн в Архитектуре Баку // *Известия Академии наук Азербайджанской ССР. Сер. Литература, языка и искусства*. 1979. № 1. С. 111–117.
15. Фатуллаев Ш.С.-Фигаров. Градостроительство Баку XIX – начала XX века. Баку: Восток-Запад, 2013. 352 с.
16. Фатуллаев Ш.С., Магеррамов О.С. К истории развития интерьеров зданий Баку XIX–XX вв. Баку: НАНА, 2003. Сб. № 1. С. 22–30.
17. Тагиев Ф.А. История города Баку в первой половине XIX века (1806–1859). Баку: Элм, 1999. 196 с.
18. Гасимова Ф.Р. Исторические предпосылки формирования дорог и транспортной среды на территории города Баку в XIX – начале XX в. // *Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики*. 2013. № 1–1 (27). С. 45–47.
19. Кулиева Н.М. Семьи и семейная жизнь населения Баку в XIX–XX веках. Баку: Наука, 2011. 240 с.
20. Нур-Мамедова Н.А. Сохранение и реставрация уникальных зданий в исторической среде города Баку (на примере улицы С. Тагизаде) // *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*. 2014. № 5–2. С. 225–228.
21. Алиева А. Художественная обработка дерева. Баку: Язычы, 1983. 27 с.
3. Arhitektura Azerbajdzhana [Architecture Of Azerbaijan]. Baku: AN Azerb. SSR, 1952. 674 p.
4. Alizade G.M. Narodnoe zodchestvo Azerbajdzhana i ego progressivnye tradicii [Folk architecture of Azerbaijan and its progressive traditions]. Baku: AN Azerb. SSR, 1963. 228 p.
5. Veliev F.I. Material'naya kul'tura Azerbajdzhana v nachale XIX–XX vekov [Material culture of Azerbaijan in the beginning of XIX–XX centuries]. Baku: Vostok-Zapad, 2010. 424 p.
6. Razvitie goroda Baku. *Kommunal'naya zhizn'*. 1923. No. 1, pp. 12–18. (In Russian).
7. Salam-zade A.V. Arhitektura Azerbajdzhana v XVI–XX vv. [Architecture of Azerbaijan in the XVI–XX centuries]. Baku: AN Azerb. SSR, 1964. 255 p.
8. Askerov N.S. Arhitekturnyj ornament Azerbajdzhana [Architectural ornament of Azerbaijan]. Baku: AN Azerb. SSR, 1941. 46 p.
9. Gasanov E.H.L. About the development of traditional craft branches of Ganja during XIX–XX centuries. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014. No. 9–4, pp. 892–895. (In Russian).
10. Mustafaeva R.E.H. On the architectural style of buildings and structures in Baku at the turn of XIX–XX centuries. *Aktual'nye problemy arhitektury, stroitel'stva, ehnergoeffektivnosti i ehkologii – 2016. Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. 2016, pp. 200–207. (In Russian).
11. Askerova H.Z. Arhitektura Baku na rubezhe XIX–XX vv. *Sbornik konferencij NIC Sociosfera*. 2016. No. 19, pp. 15–18. (In Russian).
12. Fatullaev-Figarov S.H. Urban planning and architecture of Azerbaijan in the XIX – early XX century. *Arhitektura. Stroitel'stvo. Dizajn*. 2014. No. 2 (75), pp. 46–53. (In Russian).
13. Salam-zade A.V., Sadyhzade A.A. Zhilye zdaniya v Azerbajdzhanе v XIX–XX vv. Baku, 1961, pp. 11–13.
14. Fatullaev S.H.S. Modern In architecture of Baku. *Izvestiya Akademii nauk Azerbajdzhanskoj SSR. Ser. Literatury, yazyka i iskusstva*. 1979. No. 1, pp. 111–117.
15. Fatullaev S.H.S.-Figarov. Gradostroitel'stvo Baku XIX – nachale HKH vekov [The urban development of Baku in the XIX – early XX centuries]. Baku: Vostok-Zapad, 2013. 352 p.
16. Fatullaev S.H.S., Magerramov O.S. K istorii razvitiya inter'erov zdaniy Baku XIX–XX vv. [To the history of the development of interiors of buildings of Baku in the XIX–XX centuries] Baku: NANA, 2003. Sb. № 1, pp. 22–30.
17. Tagiev F.A. Istoriya goroda Baku v pervoj polovine XIX veka (1806–1859) [History of the city of Baku in the first half of the XIX century]. Baku: EHM, 1999. 196 p.
18. Gasymova F.R. Historical background of the formation of roads and transport environment in the city of Baku in the XIX – early XX centuries. *Istoricheskie, filosofskie, politicheskie i yuridicheskie nauki, kul'turologiya i iskusstvovedenie. Voprosy teorii i praktiki*. 2013. No. 1–1 (27), pp. 45–47.
19. Kulieva N.M. Sem'i i semejnaya zhizn' naseleniya Baku v XIX–XX vekah [Family and family life of Baku's population in the XIX–XX centuries]. Baku: Nauka, 2011. 240 p.
20. Nur-Mamedova N.A. Preservation and restoration of unique buildings in the historical environment of Baku city (by the example of S. Tagizade street). *Gumanitarnye, social'no-ehkonomicheskie i obshchestvennye nauki*. 2014. No. 5–2, pp. 225–228. (In Russian).
21. Alieva A. Hudozhestvennaya obrabotka dereva [Art processing of a tree]. Baku: YAzychy, 1983. 27 p.

# Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 5–6 журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.



Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Жилищное строительство» для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

**Библиографические списки** цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и включать не менее 10 позиций.

#### НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНиПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.

2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.



#### ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

**ВНИМАНИЕ! При подготовке рукописи статьи к отправке в редакцию обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам»!**

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах \*.cdr, \*.ai, \*.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате \*.tif, \*.psd, \*.jpg (качество «8 – максимальное») или \*.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом не менее 100 слов на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»<sup>®</sup> был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала [www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf](http://www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf)



Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://rifsm.ru/page/7/>



## Уважаемые коллеги!

### Подписку на журнал «Жилищное строительство» оформить легко:

#### 1. На любой период в редакции

Оформить подписку в редакции можно с любого месяца на любой период. Для этого необходимо составить заявку в произвольной форме с указанием названия организации, юридического и почтового адреса

Заявки направлять по факсу: **(499) 976-22-08, 976-20-36**  
или по e-mail: **mail@rifsm.ru**

#### 2. Традиционно по каталогам

По объединенному каталогу  
«Пресса России»

индекс **70283**



По каталогу агентства  
«Роспечать»

индекс **79250**

**В настоящее время открыта подписка на II полугодие 2018 г.**

#### 3. Электронная версия

На сайте издательства **www.rifsm.ru** в разделе «Подписка» можно оформить подписку на электронную полнотекстовую версию журнала в формате \*.pdf. Это позволит вам получать журнал еще до выхода из типографии и быть независимым от почтового ведомства РФ. Подписаться на электронную версию журнала можно также на сайтах наших партнеров:

**elibrary.ru**

**delpress.ru**

**www.iprbookshop.ru**

**www.iprbooks.ru**

**www.bibliocomplect.ru**

**www.bibliocomplectator.ru**

**dlib.eastview.com**

#### 4. В 2018 г. в журнале «Жилищное строительство» готовятся к публикации подборки статей по:

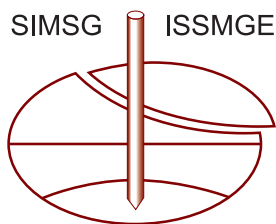
- энергоэффективному строительству и тепловой защите зданий
- градостроительству и архитектуре
- крупнопанельному домостроению
- подземному строительству
- высотному строительству и уникальным зданиям и сооружениям
- сейсмостойкому строительству

**Издательство «Стройматериалы» продолжит выпуск специальной литературы по производству строительных материалов.**

**ОСТАВАЙТЕСЬ С НАМИ!**



Санкт-Петербургский  
Союз Архитекторов  
[arcunionspb.ru](http://arcunionspb.ru)



TC207 ISSMGE «Soil-Structure  
Interaction and Retaining Walls»  
[tc207ssi.org](http://tc207ssi.org)



Институт  
«Геореконструкция»  
[georeconstruction.com](http://georeconstruction.com)

Международная конференция по архитектуре и геотехнике  
Технического Комитета 207 ISSMGE

## ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИСТИКА: АРХИТЕКТУРА И ГЕОТЕХНИКА

Санкт-Петербург, 19–21 сентября 2018 г., Дом Архитектора (Большая Морская ул., 52)

### Организаторы

- Союз Архитекторов Санкт-Петербурга
- International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) – Международное общество по механике грунтов и геотехнике
- TC 207 “Soil-Structure Interaction and Retaining Walls” – Технический комитет 207 ISSMGE «Взаимодействие сооружений и оснований, подпорные стены»
- Институт «Геореконструкция», Санкт-Петербург

### Главная задача конференции

Обмен идеями между архитекторами, специалистами по реставрации и сохранению культурного наследия и геотехниками о развитии подземного пространства мегаполиса. В последнее время проводится немало научных конференций, объединяющих специалистов одного профиля. Организаторы конференции считают важным содействовать междисциплинарному общению профессионалов разных специальностей.

Ожидается участие в конференции специалистов из России, СНГ, Европы, Азии, Америки, Австралии.

Приглашаем специалистов в области архитектуры, градостроительства, геотехники, инженерной геологии, подземного строительства принять участие в конференции и выступить с докладом.

### Предполагаемые темы конференции

- Генеральный план подземного мегаполиса или «**ЧТО ДОЛЖНО БЫТЬ ПОД ЗЕМЛЕЙ?**»
- Освоение подземного пространства и сохранение исторического центра или «**РАЗВИТИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА КАК СРЕДСТВО СОХРАНИТЬ ИСТОРИЧЕСКИЙ МЕГАПОЛИС**»
- Особенности архитектуры подземного города или «**ДОМ ПОД ЗЕМЛЕЙ**»
- Геотехнологии для освоения подземного пространства или «**КАК ПОСТРОИТЬ ПОДЗЕМНОЕ СООРУЖЕНИЕ**»
- Взаимодействие подземного сооружения и основания или «**КАК РАССЧИТАТЬ ПОДЗЕМНОЕ СООРУЖЕНИЕ**»
- Мониторинг при подземном строительстве или «**КАК СДЕЛАТЬ ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО БЕЗОПАСНЫМ**»

### Информационные ресурсы конференции

RUS: [georeconstruction.ru](http://georeconstruction.ru)    ENG: [tc207ssi.org](http://tc207ssi.org)

Вся необходимая актуальная информация (Бюллетень конференции, Регистрационная форма, Шаблон для оформления статьи) представлена на указанных сайтах.

Для участия в конференции присылайте заполненную регистрационную форму на адреса [georeconstruction@gmail.com](mailto:georeconstruction@gmail.com) и [lisyuk@gmail.com](mailto:lisyuk@gmail.com)

## ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИСТИКА: АРХИТЕКТУРА И ГЕОТЕХНИКА