



ISSN 0044-4472

3'2023

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

www.journal-hc.ru

издается с 1958 г.



**Надо уже сегодня делать то,
о чем другие будут думать завтра**



РЕКОН - СМК
ГРУППА КОМПАНИЙ
ПРОЕКТ-ЗАВОД-СТРОЙКА-ПАТЕНТ

WWW.REKON-SMK.RU



ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
РЕКОН
ЧЕБОКСАРЫ

WWW.REKON-TECH.RU

КОМФОРТНЫЙ ДОМ ВМЕСТЕ С КНАУФ



Ремонт и отделка дома или квартиры с материалами КНАУФ – это комплексные решения любой дизайнерской идеи и строительной задачи.

www.knauf.ru
ООО «КНАУФ ГИПС»

KNAUF
Немецкий стандарт

Учредитель журнала: АО «ЦНИИЭП жилища»
Адрес: Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

Издатель: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»
Адрес: 125319, г. Москва, ул. Черняховского,
д. 9, корп. 1, кв. 1

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)

АЗАРОВ В.Н.,
д-р техн. наук (Волгоград)

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

АЛЕКСЕЕВ Ю.В.,
д-р архитектуры, профессор (Москва)

БОДРОВ М.В.,
д-р техн. наук (Нижний Новгород)

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)

ОРЕЛЬСКАЯ О.В.,
д-р архитектуры, член-корреспондент
РААСН, профессор (Нижний Новгород)

ОСИПОВА Н.Н.,
д-р техн. наук (Саратов)

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

ТАБУНЩИКОВ Ю.А.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН, профессор (Москва)

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

ТИХОНОВ И.Н.,
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

Издается с 1958 г.

3'2023

Индустриальное домостроение

С.В. НИКОЛАЕВ

Двухслойная наружная панель заводского производства
для малоэтажного домостроения. 3

Кассетные установки – идеальное решение

для индустриального домостроения (*Информация*). 11

Е.В. РУМЯНЦЕВ

Тенденции сборного высотного домостроения: мировой и отечественный опыт. 13

Комплексный подход к переоборудованию арматурного цеха

завода железобетонных изделий (*Информация*). 28

В.А. ШЕМБАКОВ

Возможности инновационной индустриальной технологии

сборно-монолитного каркаса ГК «Рекон-СМК». 32

Тепловая защита зданий

Е.Г. МАЛЯВИНА, О.Ю. МАЛИКОВА

Оценка точности и полноты климатической модели для расчетов энергопотребления

установками кондиционирования воздуха. 39

Сейсмостойкое строительство

А.В. ГРАНОВСКИЙ, Б.К. ДЖАМУЕВ

Влияние арматурной композитной сетки на прочность стен

из ячеисто-бетонных блоков при действии статических и динамических нагрузок. 44

В.В. ГУРЬЕВ, В.М. ДОРОФЕЕВ, Р.Т. АКБИЕВ, В.И. БУЛЫКИН

О критериях дефицита сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда

на сейсмически активных территориях. 50

Сохранение архитектурного наследия

П.В. ПАНУХИН

«Полуденный вояж» Екатерины II и контрвоаяж леди Крейвен

в контексте позиционирования Крыма и Новороссии

как центральных пространств Греческого проекта. 62

Подземное строительство

Н.С. СОКОЛОВ, С.Н. СОКОЛОВ, А.Н. СОКОЛОВ

Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия –

Чувашского драматического театра им. К.В. Иванова. 70

Founder of the journal: AO «TSNIEP zhilishcha»
Address: 9/3 Dmitrovskoye Highway, 127434,
Moscow, Russian Federation

Publisher: «STROYMATERIALY»
Advertising-Publishing Firm, 000
Address: 1, 9 Bldg. 1, Chernyakhovskogo Street,
Moscow, 125319, Russian Federation

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)

ALEKSEEV Yu.,
Doctor of Architecture, Professor (Moscow)

AZAROV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
(Volgograd)

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

BODROV M.V.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Nizhny Novgorod)

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)

ORELSKAYA O.,
Doctor of Architecture, Corresponding
member of RAACS, Professor
(Nizhny Novgorod)

OSIPOVA N.N.,
Doctor of Sciences (Engineering) (Saratov)

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

TABUNSHIKOV Yu.A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS,
Professor (Moscow)

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

TIKHONOV I.,
Doctor of Sciences (Engineering) (Moscow)

The authors

of published materials are responsible for the
accuracy of the submitted information, 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 discus-
sion, not sharing the point of view of the author.

Reprinting

and reproduction of articles, promotional and
illustrative materials are possible only with the
written permission of the editor-in-chief.

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

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

3'2023

Prefabricated construction

S.V. NIKOLAEV

Two-layer Factory-Made Exterior Panel for Low-Rise Housing Construction 3

Cassette Plants – the Ideal Solution for Industrial Housing Construction (*Information*) 11

E.V. RUMYANTSEV

The Trends in Prefabricated High Rise Housing Construction:
World and Domestic Experience 13

An Integrated Approach to the Re-Equipment of the Reinforcement Shop
of the Reinforced Concrete Products Plant (*Information*) 28

V.A. SHEMBAKOV

Possibilities of Innovative Industrial Technology
of Prefabricated Monolithic Frame GC "Recon-SMK" 32

Heat protection of buildings

E.G. MALYAVINA, O. Yu. MALIKOVA

Evaluation of the Accuracy and Completeness of the Climate Model
for Calculating the Power Consumption by Air Conditioning Units 39

Anti-seismic construction

A.V. GRANOVSKIY, B.K. DZHAMUEV

Influence of Reinforcing Composite Mesh on the Strength of Walls Made
of Cellular Concrete Blocks under the Action of Static and Dynamic Loads 44

V.V. GURIEV, V.M. DOROFEEV, R.T. AKBIEV, V.I. BULYKIN

On the Criteria for the Deficiency of Seismic Resistance During the Operation
of Housing Facilities in Seismically Active Territories 50

Preservation of architectural heritage

P.V. PANUKHIN

Catherine II's "Midday Voyage" and Ledy's Craven Contrvoyage in the Context
of Positioning Crimea and Novorossiya as the Central Spaces of the "Greek Project" 62

Underground construction

N.S. SOKOLOV, S.N. SOKOLOV, A.N. SOKOLOV

Inconsistencies in the Reliable Operation of the Cultural Heritage Object –
the Chuvash Drama Theater Named After K.V. Ivanov. 70

Editorial address: 9/3, Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation

Tel.: (499) 976-22-08; 976-20-36

Email: mail@rifsm.ru http://www.journal-hc.ru http://www.rifsm.ru

УДК 711.643

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-3-10>

С.В. НИКОЛАЕВ, д-р техн. наук, заслуженный строитель Российской Федерации,
научный руководитель (slutz1937@gmail.com)

АО «ЦНИИЭП жилища – институт комплексного проектирования жилых и общественных зданий (АО «ЦНИИЭП жилища»
(127434, г. Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3)

Двухслойная наружная панель заводского производства для малоэтажного домостроения

Ежегодный рост объемов индивидуального жилищного строительства (ИЖС) открывает новые возможности использования промышленных методов домостроения. Очевидным источником роста объемов являются производственные мощности домостроительных комбинатов и заводов железобетонных конструкций, которые на сегодня сохранились, действуют и имеют недоиспользованные резервы. Однако выпускаемая этими предприятиями продукция предназначена в основном для строительства многоэтажных, многоквартирных домов. Использование этой продукции для строительства одно-, двухэтажных домов требует научно-практического переосмысления. Того же требует строительный рынок, который постоянно расширяется за счет появления новых материалов и изделий, в том числе фасадных отделочных материалов. К числу таких эффективных отделочных материалов автор относит применение термопанелей и планкена – тонких деревянных ограждений, которые до настоящего времени не нашли применения в домах именно панельного исполнения. Автор приводит пример заводского производства панелей наружных трехслойных стен с последующим закреплением на фасадном бетонном слое термопанелей. Неэффективность этого решения очевидна. В качестве альтернативы этому решению автор предлагает производить на заводе двухслойные панели наружных стен с несущим бетонным слоем, утеплителем и устройством специальных закладных деталей для крепления к ним на стройке разных вариантов навесных фасадов, в том числе термопанелей и планкена. Подробно описывается конструкция двухслойной наружной панели заводского производства, приводятся конструктивные данные, экономическая эффективность двухслойных панелей. Оценка возведения многоэтажных домов с применением двухслойных панелей наружных стен заводского производства позволяет считать, что применение таких панелей позволит создать новый продукт, который найдет широкое применение в практике индивидуального жилищного строительства.

Ключевые слова: двухслойная наружная панель, термопанель, планкен, скандинавская доска, жесткая связь, стеклопластиковая арматура, базальтопластиковая арматура.

Для цитирования: Николаев С.В. Двухслойная наружная панель заводского производства для малоэтажного домостроения // *Жилищное строительство*. 2023. № 3. С. 3–10.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-3-10>

S.V. NIKOLAEV, Doctor of Sciences (Engineering), Honored Builder of the Russian Federation, Scientific Supervisor (slutz1937@gmail.com)
JSC “TSNIIEPzhilishcha” – Institute of Comprehensive design of residential and public buildings (JSC “TSNIIEPzhilishcha”
(9, bldg. 3, Dmitrovskoye Highway, Moscow, 127434, Russian Federation)

Two-layer Factory-Made Exterior Panel for Low-Rise Housing Construction

The annual growth in the volume of individual housing construction (IHC) opens up new opportunities for using industrial methods of housing construction. The obvious source of volume growth is the production capacities of house-building plants and reinforced concrete structures factories, which today have been preserved, operate and have underutilized reserves. However, the products produced by these enterprises are mainly intended for the construction of multi-storey, apartment buildings. The use of these products for the construction of one-two storey houses requires scientific and practical rethinking. The same is required by the construction market, which is constantly expanding due to the appearance of new materials and products, including facade finishing materials. Among such effective finishing materials, the author refers to the use of thermal panels and planken – thin wooden fences, which have not yet been used in panel houses. The author gives an example of factory production of panels of external three-layer walls with subsequent fixing on the facade concrete layer of thermal panels. The inefficiency of this solution is obvious. As an alternative to this solution, the author proposes to produce at the factory two-layer panels of external walls with a bearing concrete layer, insulation and special embedded parts for attaching to them at the construction site various types of hinged facades, including thermal panels and planken. The design of a two-layer external panel of factory production is described in detail, design data, economic efficiency of two-layer panels are given. Evaluation of the construction of multi-storey buildings with the use of two-layer panels of factory-made exterior walls makes it possible to suggest that the use of such panels will create a new product that will find wide application in the practice of individual housing construction.

Keywords: double-layer outer panel, thermal panel, planken, Scandinavian board, rigid connection, fiberglass plastic rebar, basalt plastic rebar.

For citation: Nikolaev S.V. Two-layer factory-made exterior panel for low-rise housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 3–10. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-3-10>

Известно, что 2022 г. стал рекордным по объемам ввода жилья. При этом уже несколько лет малоэтажное индивидуальное домостроение превышает объемы строительства многоквартирных домов. Население выбрало стратегию развития домостроения в России – индивидуальное одно-двухэтажное жилье с небольшим земельным участком. Это означает, что настало время, когда инвесторы, строители, архитекторы, проектировщики, административный аппарат государства должны пересмотреть отношение к жилищному строительству в связи с меняющимся спросом на жилье.

Преимущества крупнопанельного домостроения известны и подтверждены многолетними, начиная с 1960-х гг. годами своего существования и совершенствования. Даже некачественный вид первых пятиэтажных домов в сочетании с самой низкой стоимостью панельного жилья оставлял приоритет за этим видом домостроения. Сегодняшние панельные дома по показателям – качеству, в том числе архитектурному, стоимости и времени строительства – далеко оставляют за собой монолитные, каркасные и другие виды домостроения.

Крупнопанельное домостроение прошло испытание временем [1–7]. Но время идет и вносит свои коррективы. Многоквартирные дома перестают поль-

зоваться спросом населения. Если КПД завоевало достойно свое место в многоэтажном строительстве жилья – почему бы ему не занять это же место в малоэтажном домостроении? Вопрос многогранный, поскольку речь идет об индустриальном строительстве малоэтажных домов, в которых доля индустрии пока сводится к выпуску на домостроительных комбинатах и заводах комплектов железобетонных изделий. Фундаменты, крыши малоэтажных домов – это значительный объем работ, к которым крупнопанельное домостроение отношения не имеет. Вместе с тем ни одна другая технология не обеспечивает скорость возведения коробки здания, качество поверхности под отделку, комплектацию инженерными коммуникациями.

Эти неоспоримые качества и достоинства, будучи использованы в малоэтажном строительстве жилья, непременно дадут преимущество панельному виду домостроения и при строительстве индивидуального жилья. При этом следует иметь в виду, что механический перенос принципов строительства панельного многоэтажного жилья на малоэтажное строительство наверняка не будет иметь положительного эффекта. Рассмотрим, насколько эффективно и приемлемо использование в малоэтажном домостроении хорошо отработанной тех-

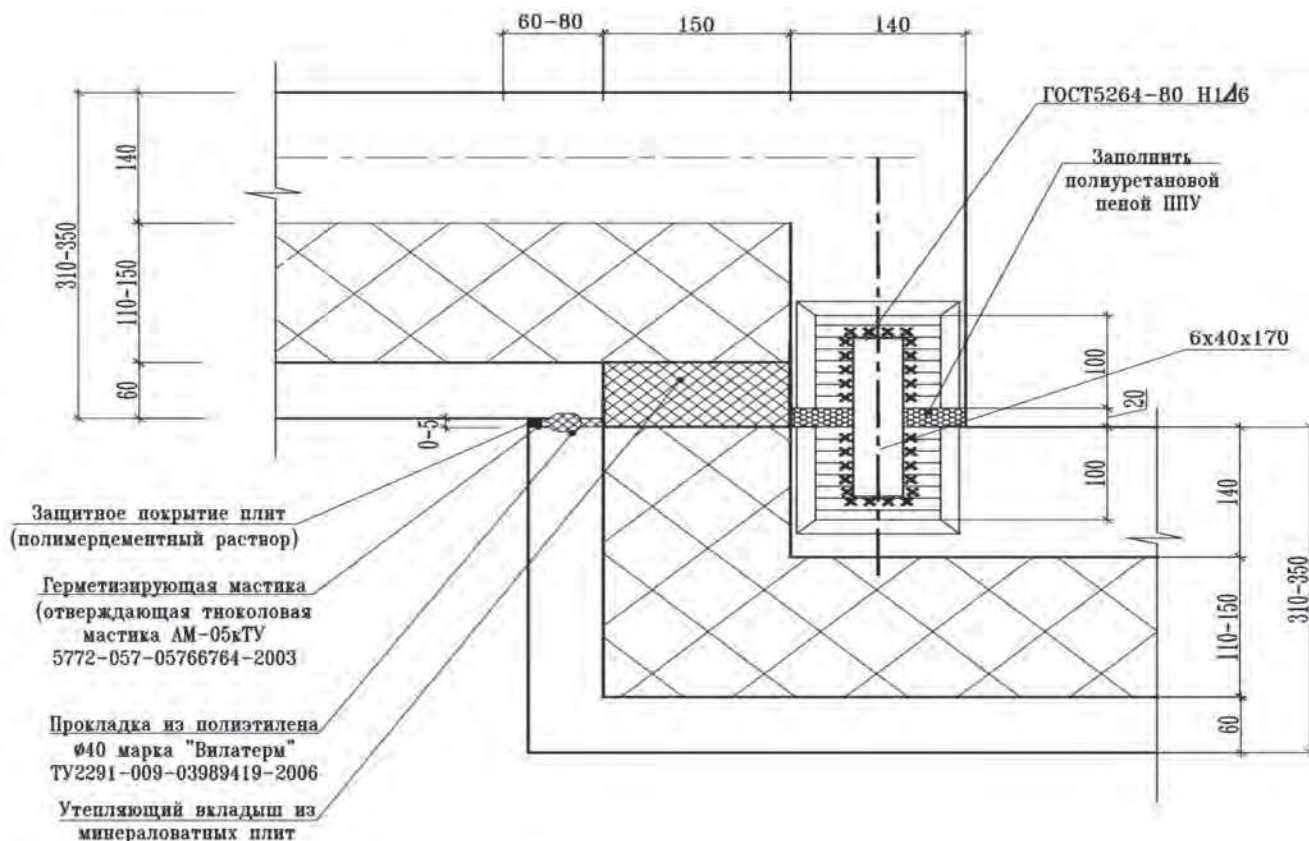


Рис. 1. Соединение двух панелей внахлест
Fig. 1. Connection of two panels overlap



СЕМЕЙНЫЙ ДОМ площадь 188 м²

План 1-го этажа



План 2-го этажа



Рис. 2. Планы двухэтажного дома с накладными эркерными панелями
Fig. 2. Plans of a two-story house with overhead bay window panels

нологии производства трехслойных панелей наружных стен.

Традиционно трехслойная наружная панель – это либо несущая, либо самонесущая панель с внутренним бетонным слоем, средним слоем утеплителя и внешним фактурным слоем. Как правило, отделку здания формируют из фасадных плиток под кирпич, что делает фасады панельных зданий долговечными без дополнительных затрат, кроме обследования и ремонта швов между панелями. Наличие швов – недостаток, присущий панельному домостроению. Для малоэтажного индивидуального здания фасадный слой на весь цикл жизни дома – требование далеко не обязательное. Напротив, желательно со временем с изменением вкусов, предпочтений, появления новых материалов, цветовых решений поменять фактурное оформление здания. И следующее: поскольку панельный вид многоэтажных зданий с фасадной плиткой повторяется многократно в разных видах во всех городах страны и представляется неким недостатком, его желательно исключить в малоэтажном домостроении. Приведем некоторые примеры исключения панельного вида здания [2–5].

«Ступенчатые» панели

Наиболее простым способом исключения видимых вертикальных швов на панельном здании явля-

ется использование приема соединения двух панелей внахлест (рис. 1).

При соблюдении горизонтальности соединения двух панелей вертикальный шов воспринимается как вполне естественный уступ, создавая на плоскости здания теневые эффекты. В малоэтажных зданиях этот эффект может быть увеличен, например, если установить на фасаде здания «накладную», своего рода «двухстороннюю ступенчатую» эркерную панель (рис. 2). Используя «ступенчатые» панели в малоэтажном домостроении, можно практиче-



Рис. 3. Фасад индивидуального дома с эркерными панелями
Fig. 3. Facade of an individual house with bay window panels

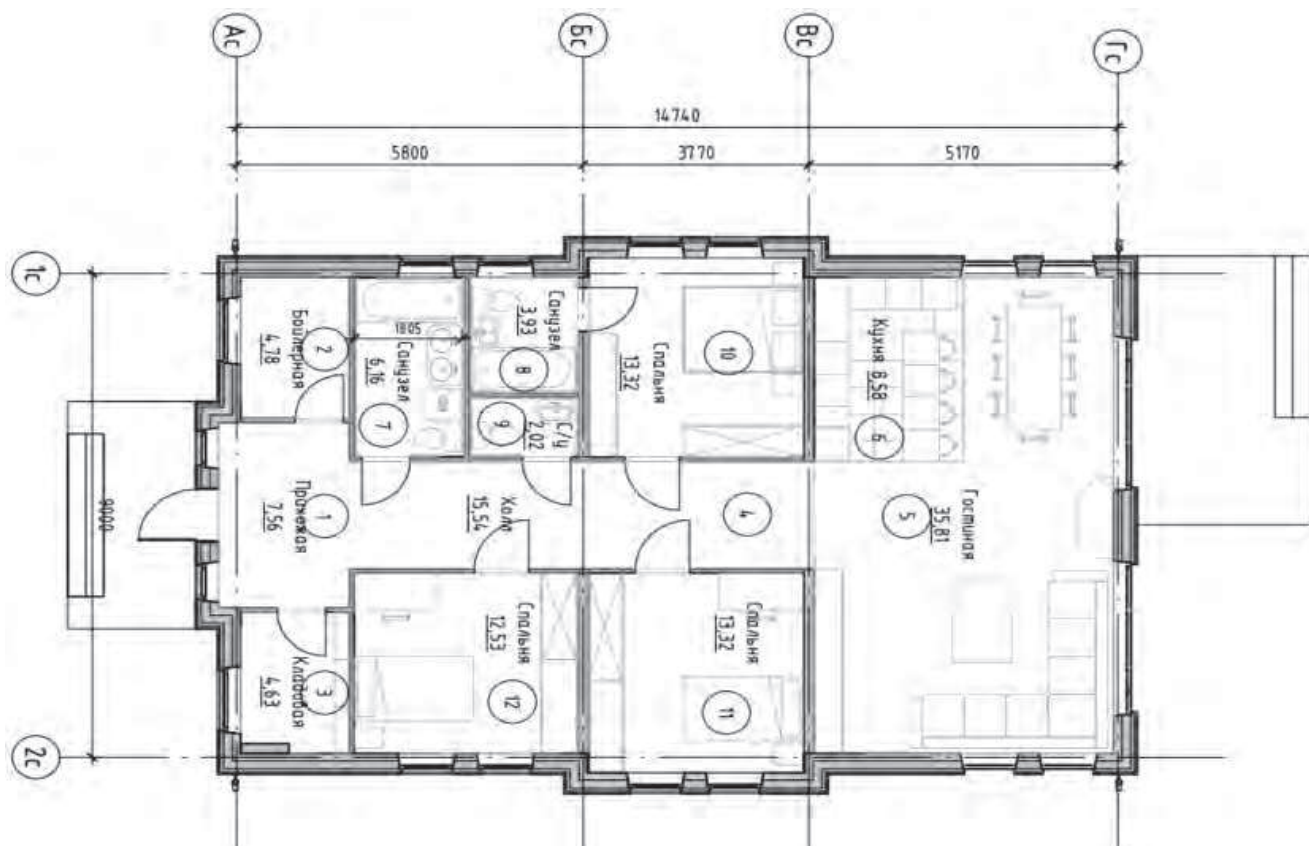


Рис. 4. План одноэтажного дома без вертикальных швов
Fig. 4. Plan of a one-story house without vertical seams

ски полностью исключить видимость вертикальных швов (рис. 3, 4).

Заделка швов между панелями в малоэтажных домах

Поскольку индивидуальные дома строятся, как правило, не более двух этажей и длиной – шириной в пределах 18–20 м, то в одноэтажных домах горизонтальные швы отсутствуют по определению, а

число вертикальных швов подчас можно сократить тоже до нуля. Имеется опыт [1] заделки горизонтальных и вертикальных швов шириной 10–15 мм с помощью эпоксидных смол и самоклеящихся лент с последующей покраской всей поверхности. Можно утверждать, что при использовании лент из углеродной ткани и клея на эпоксидной основе деформационный шов между двумя железобетонными поверхностями длиной не более 20 м сохранит первоначальный вид на протяжении нескольких десятков лет (известно, что углеродной тканью покрывают наружную поверхность спускаемых космических аппаратов).

Таким образом, заделка швов с помощью углеродных лент в малоэтажных зданиях с последующей покраской поверхности (не более двух слоев) является вариантом наружной отделки трехслойной панели с покраской на строительной площадке. Многочисленные примеры покраски панелей на заводе подтвердили «пятнистость» покраски после монтажа таких панелей на стройке, поэтому этот прием покраски панелей на заводе не привился.

Вариант отделки фасада под кирпич

Рельефная отделка под кирпич или фасадную плитку с помощью эпоксидных матриц в процессе



Рис. 5. Панельный дом, облицованный термопанелями
Fig. 5. Panel house, lined with thermal panels

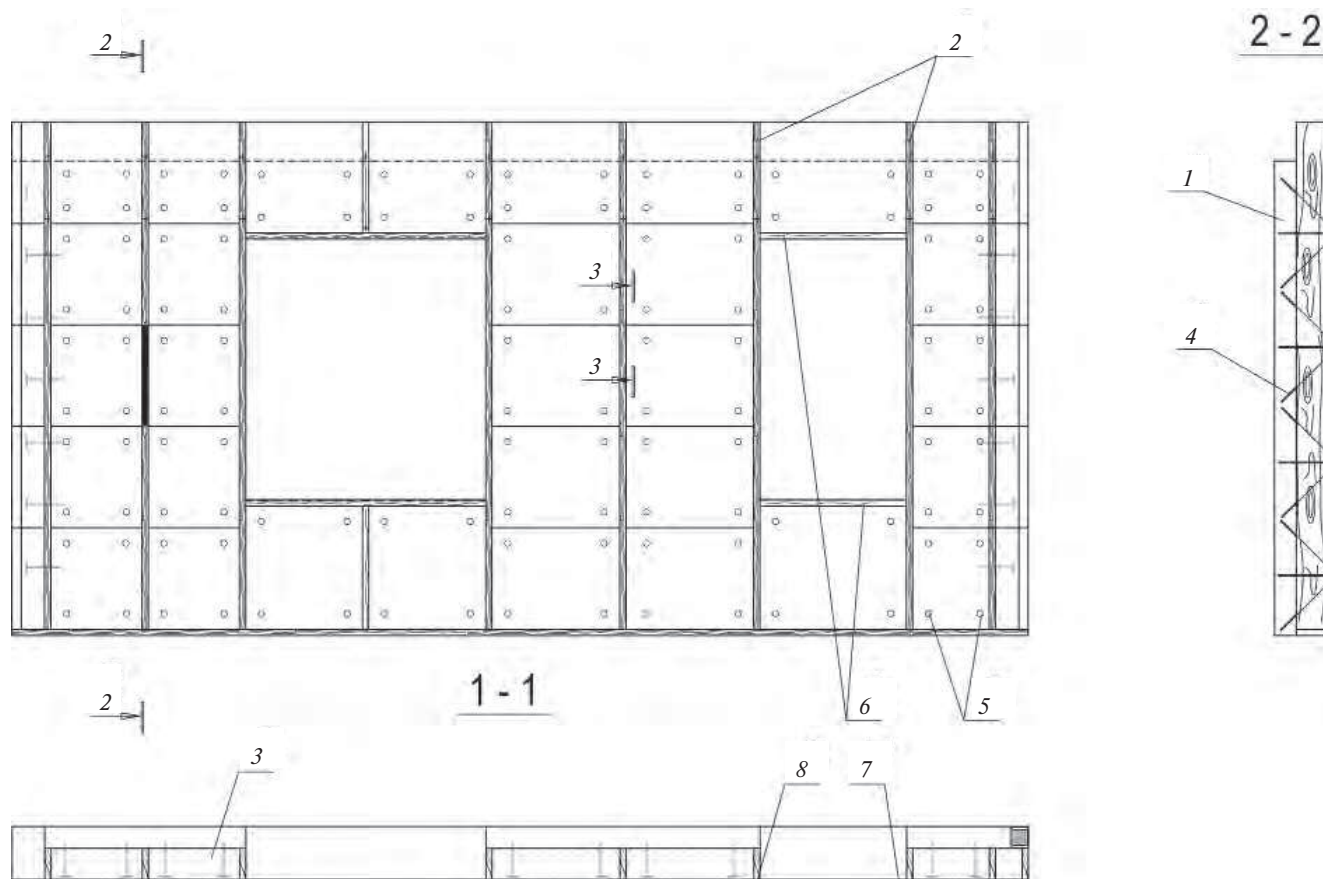


Рис. 6. Конструкция двухслойной наружной панели: 1 – внутренний несущий слой; 2 – вертикальные закладные детали; 3 – утеплитель; 4 – стержни для крепления закладной детали к несущему бетонному слою; 5 – дюбели для крепления слоя утеплителя к слою бетона; 6 – горизонтальные закладные детали; 7 – защитная планка; 8 – скобы для крепления защитной планки

Fig. 6. Double layer outer panel design: 1 – internal bearing layer; 2 – vertical embedded parts; 3 – insulation; 4 – rods for fixing the embedded part to the bearing concrete layer; 5 – dowels for attaching the insulation layer to the concrete layer; 6 – horizontal embedded parts; 7 – protective bar; 8 – brackets for fixing the protective bar

формования наружных панелей со специальным соединением «шип-паз» в процессе изготовления не исключает видимости швов между панелями. Поэтому получить бесшовный дом с отделкой под кирпич непосредственно с завода возможно только для одноэтажных домов небольшой протяженностью и с конфигурацией стыковых соединений между панелями со стыком внахлест.

Эффективным приемом отделки фасада панельных зданий под кирпич оказался опыт строительства под Москвой панельного дома, облицованного термопанелями, – широко известным композиционным материалом с соединением типа «шип-паз» (рис. 5). Именно с помощью накладных термопанелей удалось полностью закрыть все швы в панельном здании. Крепление термопанелей к наружному слою в этом доме осуществлено с помощью дюбелей. Таким образом, третий слой, так называемый фактурный слой, выполненный на заводе, использован в качестве материала для крепления фасадного слоя. Недостаток такого решения очевиден.

Двухслойная наружная панель заводского производства

Наличие строительных материалов в виде термопанелей и планкена – тонкой скандинавской доски толщиной 20 мм и шириной 130–140 мм с несколькими типами оформления торцов и окраской планкена в заводских условиях потребовало найти способ их крепления к наружной панели, изготовленной на домостроительном комбинате или заводе ЖБИ. Предлагается производить двухслойную конструкцию наружной панели. Автором подана заявка на патент «Вентилируемое фасадное ограждение панельных зданий» 28.02.2023 (W23009756, № 2023104478). Функция такой панели – несение нагрузки и утепление. Фасадная функция переносится на строительную площадку и определяется покупателями – владельцами домов. Решение достаточно гибкое и отвечает запросам строительного рынка.

Ориентация расположения досок относительно здания может быть вертикальной или горизонтальной (рис. 6), поэтому конструкция двухслойной пане-



Рис. 7. Концепция коттеджного поселка. Авторский коллектив И. Колманок, А. Томашенко, Н. Фугаров; архитекторы Ю. Михайлова, Е. Колесова, С. Ткаченко, А. Нудина, визуализатор А. Богданов

Fig. 7. The concept of a cottage settlement. Team of authors I. Kolmanok A. Tomashenko, N. Fugarov, architects Yu. Mikhailova, E. Kolesova, S. Tkachenko, A. Nudina, visualizer: A. Bogdanov

ли наружной стены дома должна позволять крепить планкен в двух направлениях, а термопанели с определенным шагом. При этом способ крепления планкена и термопанелей должен быть самым простым, а именно с помощью саморезов или гвоздей.

Необходимый результат по простому способу крепления фасадного ограждения с использованием строительных материалов и изделий в виде термопанелей с отделкой под кирпич или применением экологических деревянных конструкций в виде планкена разных пород дерева и с большим разнообразием наружной долговечной цветной отделки достигается за счет создания на поверхности двухслойной панели наружной стены закладных деталей. На этих деталях на строительной площадке закрепляется фасадное ограждение. Для этого в несущий железобетонный слой двухслойной панели по всей ее ширине посредством жестких связей замоноличиваются вертикально ориентированные деревянные закладные элементы с возможностью прикрепления к ним фактурного слоя. Жесткими связями служат доски толщиной 30–50 мм и высотой, равной или превышающей толщину утеплителя. В закладные элементы – вертикальные доски – заранее сверлят необходимое количество отверстий, расположенных вертикально и под углом примерно 45° (рис. 6). Все закладные детали перед укладкой в проектное положение проходят антисептирование. В отверстия заранее устанавливаются металлические стержни или стержни из композитных материалов – стеклопластика или базальтопластика. Расстановка закладных деталей осуществляется по проекту и обязательно вдоль оконных и дверных проемов. Закладные детали располагаются допол-

нительно также по плоскости панелей с шагом не менее 600 мм для последующего крепления на них обрешетки для фасадного ограждения. Поскольку установка закладных деталей происходит на свежееотформованном бетонном слое, то закрепление стержней ведется простым забиванием стержней в свежееотформованный бетонный слой до необходимой глубины.

После установки вертикальных закладных тем же способом крепят необходимые по проекту горизонтальные закладные – обязательно над и под окнами, а также над дверным проемом. После установки всех закладных все проемы между закладными заполняются утеплителем – негорючими минераловатными плитами с креплением утеплителя пластмассовыми дюбелями в свежееотформованный несущий бетонный слой – важный элемент производства двухслойных панелей. Заводское качество и контроль заполнения проемов между закладными деталями со штампом ОТК завода на панелях есть гарантия того, что несколько десятков, подчас больше сотни таких проемов в малоэтажном доме не потребуют дополнительного тепла для комфортного проживания в домах такой конструкции. *Справка. Строительство каркасных зданий из деревянных и металлических конструкций с последующим заполнением проемов минераловатными плитами является плохим решением ввиду последующей присадки утеплителя, не закрепленного по плоскости фасада. Все такие дома продуваются по верхней части проемов с проседающим утеплителем, а при некачественной нарезке плит утеплителя и ненадлежащем контроле при установке имеются случаи продувания швов.*

Последней операцией по изготовлению двухслойных панелей наружных стен перед отправкой их в термокамеру является закрытие наружной плоскости панелей пленочным материалом – ветрозащитным, и/или гидроизоляционным, и/или паронепроницаемым по проекту. В таком виде покрытая пленкой панель поступает на строительную площадку.

После монтажа двухслойных панелей наружных стен производится по выбору покупателя жилья закрепление фасадного слоя. Для горизонтального крепления планкена используются вертикальные закладные детали. Для вертикального крепления планкена предварительно устанавливаются горизонтальную деревянную обрешетку из брусков 40×40 или 50×50 мм. Крепление термопанелей производят на обшивку из досок 20–25 мм закрепленной на закладных деталях двухслойной панели. Как видно, с применением двухслойных панелей вариabельность отделки резко возрастает. Фасадное ограждение становится вентилируемым, что продлевает срок

службы здания. Еще одним преимуществом такого фасада является его ремонтпригодность и возможность со временем изменять архитектурный облик здания, сменив фасадное ограждение на более современные материалы и виды отделки (рис. 6). Решение по применению двухслойных панелей наружных стен универсально, поскольку позволяет вести фасадную отделку натуральным кирпичом с креплением кирпичного слоя к вертикальным закладным деталям.

Эффективность применения двухслойных наружных панелей

Малоэтажное строительство жилых домов требует творческого подхода к использованию изделий крупнопанельного домостроения в индивидуальных жилых домах. Требуется создать продукт с большей вариативностью фасадной отделки и с исключением недостатков панельных зданий в части наличия швов. Чтобы ни говорили, швы не украшают здание, как бы старательно они не были выполнены. Вертикальные швы на уровне человеческих глаз еще в большей степени раздражают наблюдателя. Отдельные вставки из трехслойных панелей с каменным декоративным слоем, выполненные в заводских условиях, – это наиболее приемлемый вариант использования таких панелей в малоэтажном домостроении. Бесшовная кирпичная кладка, в том числе из термопанелей с клинкерной плиткой, или обшивка дома с деревянным планкеном – это способ сокращения затрат на фасадное ограждение индивидуального дома и возможность выполнить эту отделку «своими руками». Изготовление двухслойных панелей в заводских условиях гарантирует качество бетонного слоя и крепление утеплителя на панели. Монтаж такого дома не исключает установку окон и дверей непосредственно на ДСК или заводе ЖБИ без фасадной отделки. Он позволяет в теплых условиях проводить внутреннюю отделку здания, строить индивидуальный дом без мокрых процессов в любое время года. Каждая двухслойная наружная панель, выходя с завода, имеет штамп ОТК, что дает возможность не только гарантировать качество продукции, но в случае обнаружения дефектов найти конкретного исполнителя, допустившего этот дефект.

Двухслойные панели наружных стен могут найти применение в многоэтажном панельном домостроении

в виде отдельных вставок или полномасштабно, например, используя термопанели с полным исключением вертикальных и горизонтальных швов между панелями.

Наиболее существенным преимуществом применения двухслойных панелей наружных стен заводского производства является исключение из конструкции этой панели «ненужного» наружного слоя. Экономика этого решения проста. Из кубатуры трехслойной панели вычитают 6 см бетонного слоя, которого нет в двухслойной панели, и сопоставляют эти величины в процентах. Так, например, трехслойная панель 320 мм (120+140+60) в соотношении с двухслойной панелью толщиной 260 мм (120+140) – эти величины соотносятся как $320:260=1,23$, или в процентах $100:81,25$ – почти 20% экономии. Это неоспоримый эффект. Плюс эффект на снижение веса двухслойной панели на такой же процент.

Себестоимость производства железобетона на ДСК и ЗКПД оценивается, как правило, по кубатуре изделий. Стоимость 1 м³ наружной панели на предприятиях Москвы и Подмосковья в конце 2022 г. составила 25–35 тыс. р. за 1 м³. Двухэтажный индивидуальный дом площадью, например, 140 м² имеет фасадные ограждения площадью около 190 м². Помножив эту площадь на толщину фасадного слоя в 60 мм, получаем 11,4 м³ сокращения объема только кубатуры изделий при переходе на выпуск двухслойных панелей. Экономия, по приведенным выше расценкам, составляет 285–400 тыс. р. на один дом. Это без учета снижения веса почти на 30 т, снижения транспортных расходов, затрат на монтаж изделий пониженной грузоподъемности, сокращения нагрузок на фундамент. При этом внутренняя поверхность двухслойной панели готова под оклейку обоями или покраску, в ней на заводе установлены закладные детали для электропроводки, оптоволоконной связи, подводки воды, устройства вентиляции и кондиционирования воздуха.

С позиции разнообразия архитектурных решений для малоэтажного домостроения и дальнейшего широкого привлечения населения к этому виду домостроения использование домокомплектов изделий заводского производства в виде двухслойных панелей наружных стен расширит рынок строительных материалов и позволит увеличить объемы ежегодно вводимого индивидуального жилья.

Список литературы

1. Николаев С.В. Монолитно-панельные малоэтажные дома // *Жилищное строительство*. 2022. № 3. С. 8–15. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2022-3-8-15>

References

1. Nikolaev S.V. Monolithic-panel low-rise buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2022. No. 3, pp. 8–15. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2022-3-8-15>

2. Николаев С.В. Строительство панельно-монолитных домов из домокомплектов заводского производства // *Жилищное строительство*. 2021. № 10. С. 10–16. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-10-10-16>
3. Николаев С.В. Строительство малоэтажного жилья из домокомплектов заводского производства // *Жилищное строительство*. 2021. № 5. С. 3–8. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-5-3-8>
4. Шмелев С.Е. Мифы и правда о монолитном домостроении // *Жилищное строительство*. 2016. № 3. С. 40–42.
5. Николаев С.В. Архитектурно-градостроительная система панельно-каркасного домостроения // *Жилищное строительство*. 2016. № 3. С. 15–25.
6. Соколов Б.С., Зенин С.А. Анализ нормативной базы проектирования железобетонных конструкций // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10>
7. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. М.: МИСИ–МГСУ, 2018. 288 с.
2. Nikolaev S.V. Construction of panel-monolithic houses from factory-made house kits. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 10, pp. 10–16. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-10-10-16>
3. Nikolaev S.V. Construction of low-rise housing from house sets of factory production. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 5, pp. 3–8. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-5-3-8>
4. Shmelev S.E. Myths and truth about monolithic and precast housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 3, pp. 40–42. (In Russian).
5. Nikolaev S.V. Architectural and urban planning system of panel-frame housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 3, pp. 15–25. (In Russian).
6. Sokolov B.S., Zenin S.A. Analysis of the regulatory base for designing reinforced concrete structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 4–12. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10>
7. Malyavina E.G., Samarina O.D. *Stroitel'naya teplofizika i mikroklimat zdaniy* [Construction thermophysics and microclimate of buildings]. Moscow: MISI-MGSU. 2018. 288 p.

**ИнтерСтрой
Экспо**

Международная выставка
строительных, отделочных материалов
и инженерного оборудования

**18|19|20
АПРЕЛЯ
2023**

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Ваш билет на выставку по промокоду **JSTROY**

Кассетные установки — идеальное решение для индустриального домостроения

По данным аналитического обзора ООО «Институт развития строительной отрасли», в 2022 г. было выдано разрешений на строительство 27 702 723 м² жилья. В таблице приведена совокупная площадь жилых единиц, которая в 2022 г. на 60% больше, чем в 2018 г. (ООО «Институт развития строительной отрасли». Аналитический обзор. М., 2023).

Такая динамика строительства заставляет застройщиков задуматься об ускорении темпов возведения зданий. Известно, что монолитное строительство по скорости уступает индустриальному домостроению. Поэтому в настоящее время все больше застройщиков обращают внимание на индустриальную технологию.

Еще недавно панельные дома воспринимались как не самое качественное жилье. Однако именно этот вид домостроения позволил в 1950–1960-е гг. достаточно быстро переселить граждан СССР из ветхого жилья и бараков. В настоящее время в условиях перехода на проектное финансирование с использованием эскроу-счетов, резкого подорожания строительных материалов и сложностей с рабочей силой из других стран на стройплощадках иначе оценивают панельное строительство, или, как сейчас принято говорить, индустриальное домостроение.

По данным аналитического обзора в настоящее время в РФ крупнопанельное строительство преобладает в пяти регионах РФ. Среди них можно отметить реги-

оны, где панельное домостроение занимает более половины всего объема текущего строительства: Томская область (59,1%) и Орловская область (50,8%).

Известны *преимущества* индустриального домостроения: снижение стоимости строительства; **сокращение сроков строительства почти в два раза**; сокращение потери бетона; сокращение трудоемкости работы на строительной площадке; отсутствие зависимости сборки дома от погодных условий. Важно отметить, что построенный дом практически не будет давать усадку, что исключает появление трещин и испорченный ремонт.

Известны и *заблуждения* в отношении крупнопанельных домов, которые останавливают некоторых застройщиков.

Заблуждение: панельные стены требуют дополнительной отделки. Нет, теперь стены в панельных домах соответствуют новым, более жестким стандартам по плоскостности. Кассетные установки компании PBS позволяют изготавливать стеновые панели, соответствующие современным требованиям по плоскостности и качеству. Производству не потребуется дополнительная заводская обработка изделий. Также при использовании кассетных установок внутри панелей могут быть сразу проложены системы коммуникации: водопровод, канализация, электрическая разводка с розетками. Это позволяет ускорить процесс строительства и упростить владельцам последующий ремонт.

Заблуждение: стеновые панели должны быть однотипные. Работа с геометрией очень сложная. Современные кассетные установки универсальны в отличие от СМЖ кассет, которые были оптимальны для серийного производства однотипных панелей. Если для переналадки СМЖ требовалось несколько дней и привлечение сварщиков, то на современных кассетах переналадка про-



Стеновые панели из кассетных установок Petro Building Systems

Год выдачи разрешения на строительство	Строящихся домов		Жилых единиц		Совокупная площадь жилых единиц	
	ед.	%	ед.	%	м ²	%
До 2014	431	4,2	52 555	2,4	2 769 922	2,6
2014	329	3,2	77 423	3,6	3 443 456	3,2
2015	245	2,4	55 457	2,6	2 702 929	2,5
2016	524	5,2	95 152	4,4	4 789 991	4,5
2017	461	4,5	108 955	5	5 090 230	4,8
2018	1215	12	344 621	15,9	17 309 189	16,2
2019	371	3,6	88 735	4,1	4 529 217	4,2
2019	850	8,4	214 407	9,9	10 804 510	10,1
2021	2936	28,9	554 340	25,7	28 015 986	26,1
2022	2803	27,6	569 299	26,3	27 702 723	25,9
Общий итог	10165	100	2 160 944	100	107 158 153	100



ходит за несколько часов силами работников формовочного цеха. Именно из-за отсутствия гибкости и сложности с планированием загрузки СМЖ кассеты устарели и постепенно покидают заводы ЖБИ. Современные кассетные установки оснащаются магнитной бортоснастью, которая позволяет легко формовать изделия с оконными и дверными проемами, с фигурными краями стен, со скрытыми каналами для электрики и иными технологическими проемами. Такие решения существенно ускоряют процесс производства стеновых панелей и сдачи дома. Дополнительно можно изменить толщину стеновых панелей – для этого используют дополнительный комплект бортов в кассетной установке.

Заблуждение: в таких домах низкие потолки. Petro Building Systems – лидер 2022 г. по производству кассетных установок – уже изготавливали вертикальную кассету для формовки стеновых панелей высотой 3990 мм по индивидуальному запросу. Также в их референс-листе можно найти оборудование и под более стандартные проекты – 3600, 3400, 3200, 3000 и 2980 мм.

Заблуждение: такие дома не подходят для сейсмоактивных регионов. Сегодня именно по технологии сборно-монолитного строительства возводятся

дома в сейсмоактивных регионах РФ – Горно-Алтайске, Улан-Удэ, Иркутске. Так, Горно-Алтайск находится в горной местности и требования к сейсмостойкости зданий повышены до 9 баллов. Поэтому ООО Торговый дом «Майминский завод ЖБИ» применяет особую технологию сборки ЖБИ через монолитный сердечник.

Посмотреть видеоролик испытания панельного дома на 9-балльные сейсмические колебания вы можете по QR-коду:



Заблуждение: фасады панельных домов портят внешний облик городской застройки. Современные технологии позволяют воплотить в жизнь любое архитектурное решение. Новые панельные дома окрашивают в разные цвета, делают бесшовные фактурные поверхности с орнаментом и даже устанавливают навесные вентилируемые фасады, улучшающие теплоизоляцию.

Заблуждение: стыки панелей приводят к потере энергоэффективности. Раньше через стыки в квартиры попадала влага, в квартирах гуляли сквозняки, а сами стыки со временем разрушались. Такое количество мостиков холода делало дом неэнергоэффективным. В настоящее время внешне панельные дома от монолитных с ходу сложно отличить. Стыки всегда закрыты утеплителем, а сверху вентилируемым или бесшовным фасадом.



Идеальное решение для однослойных стеновых панелей – кассетные установки вертикального формования. Они выгодно отличаются от технологии горизонтального формования, по мнению представителей ДСК:

- минимум в 10 раз меньше занимаемая площадь на заводе. Кассетная установка вертикального формования на 20 отсеков занимает 150 м². Любое оборудование, которое производит 20 панелей за цикл горизонтально, занимает минимум 2500 м²;

- поверхности панелей не требуют доработки. При вертикальном формовании изделие получается сразу ровное с обеих сторон;

- кантование изделий на кассетных установках не требуется, потому что изделие сразу заливается в проектное положение;

- в кассетных установках изделие сразу прогревается с двух сторон, а не только с одной. Это сокращает теплопотерю при изготовлении стеновых панелей;

- и конечно, **кассетные установки – это про производительность.** Кассетная установка на 20 отсеков позволяет производить от 100 тыс. м² стеновых панелей в год.

Таким образом для изготовления однослойных стеновых панелей застройщикам идеально использовать кассетные установки современного типа, а для производства двух- и трехслойных стеновых панелей идеальны поворотные столы и линии циркуляции паллет.

Узнать больше о внедрении кассетных установок на ДСК и заводах ЖБИ в РФ и странах СНГ можно на сайте pbsspb.com или по QR-коду:



ЖК «BOTANICA», Иркутск

УДК 69.056.1

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-13-27>

Е.В. РУМЯНЦЕВ, руководитель конструкторской мастерской (jekarum@yandex.ru)
ООО «ПИК Менеджмент» (123242, г. Москва, ул. Баррикадная, 19/1)

Тенденции сборного высотного домостроения: мировой и отечественный опыт

Для сокращения сроков гражданского строительства рассматриваются современные промышленные технологии высотного домостроения. Строительство на основе сборного железобетона имеет конкурентное преимущество над монолитным домостроением при их серийном производстве. На основе анализа мирового опыта высотного сборного домостроения показаны возможности применения промышленного строительства для зданий высотой более 200 м. В России опыт высотного сборного домостроения практически отсутствует. В настоящее время компания ПИК реализует первые тридцатитрехэтажные жилые крупнопанельные дома платформы ПИК. Представлен углубленный анализ зарубежного и отечественного опыта по реализации высотных конструктивных зданий. Излагаются вопросы проектирования, научных исследований, производства, монтажа, контроля качества и мониторинга состояния конструкций в течение жизненного цикла высотного крупнопанельного здания. Успешное применение промышленных строительных технологий на основе сборного железобетона позволяет обеспечить качество крупнопанельного домостроения, повысить темпы возведения строительных конструкций в дватри раза и сократить его сроки по сравнению с монолитными зданиями.

Ключевые слова: высотные здания, крупнопанельное домостроение, промышленные технологии строительства, сборный железобетон.

Для цитирования: Румянцев Е.В. Тенденции сборного высотного домостроения: мировой и отечественный опыт // *Жилищное строительство*. 2023. № 3. С. 13–27. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-13-27>

E.V. RUMYANTSEV, Head of the Design Department (jekarum@yandex.ru)
LLC “PIKManagement” (19/1, Barrikadnaya Street, Moscow, 123242, Russian Federation)

The Trends in Prefabricated HighRise Housing Construction: World and Domestic Experience

To reduce the time of civil construction, modern industrial technologies of highrise housing construction are considered. Construction based on precast reinforced concrete has a competitive advantage over insitu housing construction in their mass production. Based on the analysis of world experience in highrise prefabricated housing construction shows the possibilities of using prefabrication construction for buildings with a height of more than 200 m. In Russia, the experience of highrise prefabricated housing construction is practically absent. At present, the PIK company is implementing the first 33storey residential large-panel houses of the PIK platform. The article discusses the analysis of foreign and domestic experience in the implementation of highrise structural buildings. The issues of design, scientific research, production, installation, quality control and monitoring of the state of structures during the life cycle of a highrise largepanel building are outlined. The successful application of industrial building technologies based on prefabricated reinforced concrete makes it possible to ensure the quality of largepanel housing construction, increase the rate of construction of building structures by 2–3 times and reduce its time compared to insitu buildings.

Keywords: highrise buildings, largepanel housing construction, industrial construction technologies, precast concrete.

For citation: Rumyantsev E.V. The trends in prefabricated highrise housing construction: world and domestic experience. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 13–27. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-13-27>

Развитие строительных технологий все чаще направленно на сокращение сроков по возведению гражданских зданий [1]. Промышленное строительство из сборного железобетона имеет конкурентное преимущество над монолитным домостроением за счет сокращения сроков строительства и себестоимости серийного производства, обеспечения требуемого качества при производстве сборных железобетонных конструкций. Внедрению промышленных технологий способствуют инструменты цифровой ав-

томатизации, стандартизации и типового проектирования [2]. Технологии современного промышленного домостроения являются наиболее целесообразными с точки зрения снижения сроков жилищного строительства, отвечающими всем основным требованиям потребителей архитектурно-градостроительных задач, а также способствуют экологической безопасности [3–9].

В настоящее время в мире наблюдается значительный рост строительства высотных зданий.

Современные достижения в технологии бетона за последние 20–30 лет позволяют эффективно использовать этот материал в конструкциях высотных зданий [10–14]. При этом применение сборного железобетона в них имеет ограниченное распространение. Тем не менее доля использования индустриальных технологий на основе сборного железобетона в высотном домостроении продолжает расти [15, 16]. Этому способствует применение монолитных стыков сборных элементов на основе высокофункциональных [17], в том числе самоуплотняющихся, мелкозернистых бетонных смесей (СУМБС) для всесезонного производства бетонных работ [18].

Современные высотные здания из сборного железобетона: международный опыт

Распространение опыта и достижений в области устойчивого высотного строительства между специалистами по всему миру происходит при участии международных и национальных профессиональных ассоциаций: Совета по высотным зданиям и городской среде (CTVUN) [19–21]; в области бетона и железобетона – Международной Федерации конструкционного бетона (FIB); Центра Бетона Ассоциации минеральных продуктов (MPA The Concrete Centre) [22]; Американского Института по сборному и предварительно напряженному бетону (PCI) [23]; Канадского Института по сборному и предварительно напряженному бетону (CPCI) [24] и др. Основной задачей специально созданной рабочей группы FIB «Сборный бетон в высотных зданиях» (TG6.7 “Precast Concrete in Tall Buildings”) является разработка современного бюллетеня для выражения возможности интеграции сборного железобетона в высотных зданиях с использованием современных материалов и технологий, опираясь на опыт и знания, которые доступны в мировой бетонной промышленности. В результате работы международной группы ученых и инженеров был подготовлен Актуальный отчет [25], отражающий наиболее передовой международный опыт в строительстве высотных зданий с применением сборного железобетона. Данный отчет состоит из двенадцати разделов и освещает вопросы преимуществ применения сборного железобетона в высотных зданиях; использования комбинированных сборно-монолитных и сталежелезобетонных конструкций; сборных железобетонных конструктивных систем; сборных конструктивных элементов: колонн, стен и диафрагм, перекрытий, лестничных площадок и маршей, фасадных стеновых панелей; проектирования, производства и возведения сборных конструкций, узлов их соединений; сейсмостойкости, а также примеры строительных объектов сборных высотных зданий. В таблице дан зарубежный обзор

современных (с начала XXI в.) высотных зданий из сборного железобетона.

Современные высотные здания из сборного железобетона: отечественный опыт

Развитие отечественного сборного, преимущественно крупнопанельного (жилищного) и каркасного (общественного и промышленного), домостроения происходило в несколько этапов [39]. Первый этап (1950–1960) был связан с формированием советской школы индустриального домостроения и направлен на восстановление всех отраслей народного хозяйства после окончания Второй мировой войны. Характеризуется поиском принципиальных конструктивных решений индустриальных типов зданий, в основном пятиэтажных. На первом этапе не удалось избежать ошибок в выборе конструктивных схем зданий отдельных конструкций и узловых сопряжений [40]. С 1960 г. начинается переход на многоэтажное строительство. Этап отличается формированием и интенсивным развитием научно-исследовательских профильных институтов и проектных организаций (ЦНИИСК им. Кучеренко, ЦНИИЭП жилища, НИИЖБ, НИИ Мосстрой, МНИИТЭП, Моспроект и др.) для разработки и внедрения типовых серий сборных зданий и сооружений. Пик интенсивного развития индустриального домостроения достигается в начале 1980-х гг. Высотное домостроение в Советском Союзе было направлено на создание индивидуальных архитектурно-планировочных решений общественных зданий и сооружений. Ограничения по высотности стеновых крупнопанельных конструктивных систем жилых зданий были обусловлены несущей способностью платформенных узлов стеновых панелей и их недостаточной горизонтальной жесткостью при применении типовых узлов соединений сборных элементов. При этом каркасные конструктивные системы обладают более высокой трудоемкостью монтажа, что также определяет ограничения для их применения в массовом серийном строительстве. Для повышения пространственной жесткости применяются сборно-монолитные диафрагмы и монолитные ядра жесткости, например в комплексе административно-жилых зданий на Новом Арбате (просп. Калинина) в г. Москве – рис. 1, *a*. Наиболее высотные здания с применением сборных конструкций были построены в г. Москве к началу Олимпиады-80. Среди них гостиничный комплекс Измайлово (30 этажей) – рис. 1, *b*; здание гостиницы «Аструс» (Центральный дом туриста) (138 м/33 этажа) – рис. 1, *c*; во всех зданиях применены сборные конструкции унифицированного железобетонного каркаса с применением монолитных ядер жесткости, которые бетонировались в скользящей опалубке, что позволяло повышать тем-

пы строительства. Аналогичная технология применена в конструктивных решениях Дома Правительства РФ (Дом Советов РСФСР) – рис. 1, *d*, построенного в 1981 г. (119 м/28 этажей). Несмотря на применение типовых сборных конструкций каркаса, индивидуализация внешнего облика здания достигается формой его плана и специальной системой пилонов наружных керамзитобетонных ограждений, отделанных в заводских условиях натуральным камнем.

Следующий этап начинается в начале 90-х гг. XX в., в период перестройки социально-политического устройства страны; связан с диверсификацией экономики, характеризуется спадом в развитии строительных технологий в результате коренных изменений экономической ситуации в России. Новая экономическая ситуация привела к резкому падению темпов строительства, а также к трансформации строительных технологий с типовых промышленных проектов на строительство по индивидуальным проектам. Количество заводов ДСК и КПД стремительно снижалось, а существующее оборудование морально и физически устаревало, что объективно привело к потере компетенций как в области промышленного производства и строительства, так и в проектной отрасли. Практически прекратилось функционирование заводов по выпуску технологического оборудования для предприятий индустрии ЖБИ.

С начала 2000-х гг. в России и странах СНГ берет свое начало период крупномасштабной модернизации промышленного каркасного и особенно крупнопанельного производства. Этот период принято счи-

тать возрождением отечественного промышленного домостроения [7, 9, 41–45]. Сборные и сборно-монолитные (комбинированные) здания возводят с учетом реального потребительского спроса, современных требований к объемно-планировочным и фасадным решениям, ресурсо- и энергосбережения за счет применения современного технологического оборудования предприятий сборных железобетонных изделий (ЖБИ), развития строительных технологий и конструктивных материалов.

Высотное строительство в РФ также продолжает свое развитие. При этом сохраняется ограниченное применение сборных железобетонных конструкций. Отмечается, что в отечественных нормативных документах по проектированию высотных зданий – СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования», п. 8.2.1.2, содержится практически прямой запрет по применению КС из сборного железобетона, допускается лишь применение сборных железобетонных плит перекрытий, лестничных маршей и площадок при их технико-экономическом обосновании. Область применения норматива по крупнопанельным конструктивным системам СП 335.1325800.2017 «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования» также ограничена высотой строительства зданий из сборных элементов – 75 м. С учетом анализа современного зарубежного опыта сборного высотного строительства (см. таблицу) данные требования выглядят неоправданными и консервативными. Нормативные ограничения по



Фото П.Е. Румянцева

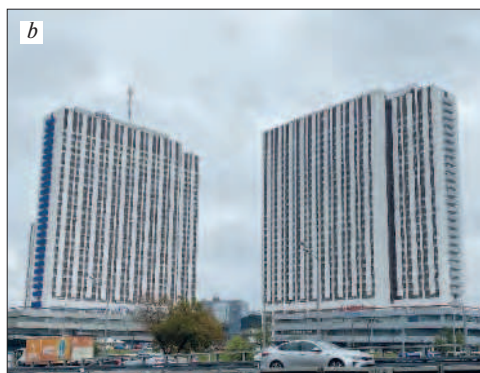


Фото П.Е. Румянцева

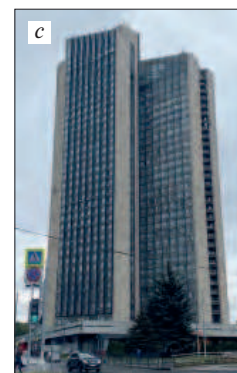


Фото И.А. Видякина

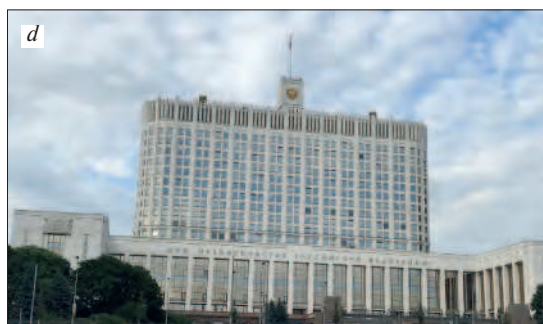


Фото автора

Рис. 1. Высотные здания с использованием сборных железобетонных элементов в г. Москве: *a* – жилые и общественные здания на Новом Арбате; *b* – гостиничный комплекс Измайлово; *c* – гостиница «Аструс» (Центральный дом туриста); *d* – Дом Правительства РФ (Дом Советов РСФСР)




Fig. 1. Highrise buildings using precast concrete elements in Moscow: *a* – residential and public buildings on Novy Arbat; *b* – hotel complex Izmailovo; *c* – hotel “Astrus” (“Central Tourist House”); *d* – House of the Government of the RF (House of Soviets of the RSFSR)

применению сборных ЖБИ в конструкциях высотных зданий не способствуют развитию отечественных строительных технологий. Поэтому в России опыт высотного полносборного домостроения практически отсутствует.

В жилищном строительстве известно несколько примеров использования сборных конструкций современных сборных зданий высотой более 25 этажей (рис. 2). В данных примерах использованы перекрестно-стеновые крупнопанельные конструктивные си-

Современные высотные здания с применением сборного железобетона: зарубежный обзор
Modern high-rise buildings using precast concrete: a foreign review


№ п/п	Название, страна, город строительства, год постройки	Высота, м / количество этажей, шт.	Фото	Характеристика	Источник
1	The Paramount, США, Сан-Франциско, 2001	128/39		Здание смешанного назначения: нижние этажи – паркинги, ритейл и офисы, верхние этажи – жилые апартаменты. Конструктивная система (КС) – каркасная, высокая сейсмостойкость каркаса обеспечивается сборными железобетонными колоннами и ригелями с постнатяжением высокопрочной арматуры в построечных условиях. Фасады состоят из сборных трехслойных панелей из архитектурного бетона.	[24, 25, 28, 32]
2	Rogier (Dexter) Tower, Бельгия, Брюссель, 2004	88/37		Здание каркасной конструктивной системы со смешанным каркасом. Монолитное ядро жесткости, сборные сталежелезобетонные колонны высотой на два этажа. Перекрытия – предварительно напряженные пустотные плиты по сборно-монолитным балкам с монолитным топпингом.	[25, 28, 31]

№ п/п	Название, страна, город строительства, год постройки	Высота, м / количество этажей, шт.	Фото	Характеристика	Источник
3	Acty Shiodome N Area, Япония, Токио, 2004	190/56		Жилое здание в сейсмически активной зоне. Каркасная конструктивная система с жесткими узлами сопряжения сборных ригелей и колонн на инъектируемых муфтах. Самое высокое жилое здание в Японии.	[33, 34]
4	Bella Sky Hotel, Дания, Копенгаген, 2006	76/23		Здание отеля на 812 номеров. Состоит из двух башен, каждая из которых имеет угол наклона 15° в верхней части, образуя букву V. Конструктивное решение полносборное, стеновой конструктивной схемы (КС) со сборными стеновыми панелями и пустотными предварительно напряженными плитами перекрытий с монолитными шпоночными петлевыми узлами соединения.	[25, 28, 30]
5	Het Strijkijzer, Нидерланды, Гаага, 2008	132/42		Жилое здание. Полносборное крупнопанельное здание перекрестной стеновой конструктивной системы. Используются индивидуальные сборные инженерные плиты перекрытий со встроенными коммуникациями.	[26, 31]

№ п/п	Название, страна, город строительства, год постройки	Высота, м / количество этажей, шт.	Фото	Характеристика	Источник
6	Urban Dock Park City Toyosu, Япония, Токио, 2008	180/52		<p>Жилое здание в сейсмически активной зоне. Каркасная конструктивная система с жесткими узлами сопряжения сборных ригелей и колонн на инъектируемых муфтах. Конструктивное решение запроектировано с использованием технологии Сумитомо Митсуи Быстрый Стык Железобетонного Каркаса (Sumitomo Mitsui Quick RC Integration Method – SQRIM).</p>	[25, 33, 34]
7	Maastoren, Нидерланды, Роттердам, 2009	165/44		<p>Здание офисного назначения, имеет смешанную конструктивную систему (КС) типа «труба-в-трубе», состоящую из сборных наружных стеновых панелей, выполненных с перевязкой вертикальных швов, и монолитного ядра жесткости. Для выполнения большепролетных помещений использован стальной каркас.</p>	[26]

№ п/п	Название, страна, город строительства, год постройки	Высота, м / количество этажей, шт.	Фото	Характеристика	Источник
8	JuVi Towers, Нидерланды, Гаага, 2012	140/41		В башнях располагаются административные помещения министерств. Здание сложной конфигурации, смешанной конструктивной системы «труба-в-трубе», состоящая из сборных наружных стеновых панелей, выполненных с перевязкой вертикальных швов, и монолитного ядра жесткости.	[26, 27]
9	The Erasmus MC, Нидерланды, Роттердам, 2012	119,5/31		Университетский медицинский центр и больница. Смешанный каркас из монолитного ядра, несущих наружных стеновых панелей, колонн, сборных балок и пустотных перекрытий. Особенностью возведения является применение «строительного зала» – временного самоподъемного укрытия с вмонтированным в него козловым краном.	[25, 26, 28]
10	The Breaker Tower, Бахрейн, 2014	165/35		Здание гостиницы – самое высокое сборное здание на Ближнем Востоке. Конструктивная схема каркасная, сборно-монолитная. Включает в себя сборно-монолитные ригели и пустотные плиты перекрытия пролетом 18 м и толщиной 500 мм. Сборные диафрагмы жесткости соединяются на монолитных петлевых стыках.	[25, 28, 35]

№ п/п	Название, страна, город строительства, год постройки	Высота, м / количество этажей, шт.	Фото	Характеристика	Источник
11	The First, Нидерланды, Роттердам, 2015	128/32	 <p>photo: Jeroen Musch</p>	<p>Здание офисного назначения, имеет смешанную КС типа «труба-в-трубе», состоящую из сборных наружных стеновых панелей с нагельными стыками, и монолитного ядра жесткости. Нижние этажи выполнены каркасными. Для повышения жесткости использованы аутригерные монолитные конструкции.</p>	[26, 29]
12	The Norra Tornen, Швеция, Стокгольм, 2020	125 (110)/ 36 (33)	 <p>Photo: https://www.archdaily.com/905500/norra-tornen-oma-reinier-de-graaf/5be4322108a5e5f7ac00096f-norra-tornen-oma-reinier-de-graaf-photo</p>	<p>Самое высокое жилое здание в Швеции. Выполнено по полносборной каркасно-стеновой конструктивной системе с индивидуальными сборными конструкциями, включая сборные наружные стеновые панели с архитектурным бетоном.</p>	[38]

№ п/п	Название, страна, город строительства, год постройки	Высота, м / количество этажей, шт.	Фото	Характеристика	Источник
13	The Zalmhaven tower, Роттердам, Нидерланды, 2021	190–215/59	 <p>photo: @d9t_Rotterdam https://www.flickr.com/photos/d9t_rotterdam/51511406242/in/photostream</p>	<p>Самое высокое полносборное здание в мире. Состоит из полносборных наружных несущих стен с вентилируемым фасадом заводской готовности. Сборные диафрагмы внутренних стеновых панелей соединяются с помощью петлевых монолитных стыков. Плиты перекрытий – инженерные (со встроенными коммуникациями) сборно-монолитные из железобетонной несъемной опалубки. Для монтажа каркаса применен самоподъемный сборочный зал, оборудованный подмостями по всему периметру здания, защитными ограждениями, кровлей и двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 40 т.</p>	[36, 37]

стемы. В здании на рис. 2, а увеличение количества этажей осуществляется за счет сокращения высоты этажа до 2,8 м, а в здании на рис. 2, б типовые конструкции 25-этажной секции смонтированы на трехэтажном каркасно-стеновом стилобате монолитного исполнения, что позволяет повысить высотность здания без значительных изменений в конструктивных решениях сборных конструкций и технологической оснастки для изготовления серийных ЖБИ.

В настоящее время компанией ПИК разработаны стандарты для строительства 33-этажных жилых крупнопанельных домов платформы ПИК33 высотой до 100 м (рис. 3).

Жилые здания расположены на востоке г. Москвы. Конструктивные решения подземного и первого этажей здания выполнены в традиционном монолитном каркасном исполнении. Со 2-го по 33-й этажи выполнены сборными железобетонными из крупнопанельных элементов. Сборная часть здания представляет собой перекрестно-стеновую конструктивную систему с широким шагом поперечных стен (рис. 4). Внутренние и наружные стеновые элементы выполняются

из бетона классов В40–В50 с уменьшением класса по ярусам.

Перекрытия. Особенностью перекрытий является применение предварительно напряженных железобетонных плит толщиной 180 мм; для сокращения собственного веса плит применяются вкладыши из газобетонных блоков, устанавливаемые при формовке, при этом образуются перекрестные несущие ребра (по типу кессонных плит) с опиранием на стеновые панели по двум, трем и четырем сторонам. Применение облегчающих вкладышей позволяет снизить приведенную толщину плит перекрытий до 100 мм. Все несущие ЖБИ (стеновые панели, плиты перекрытий) выполняются с повышенными показателями пределов огнестойкости – R(EI)150, что подтверждается расчетным обоснованием и проведенными натурными огневыми испытаниями.

Вертикальные несущие конструкции. Наружные стеновые (НС) панели выполняются трехслойными с эффективным утеплителем, облицовочный слой



Источник: <https://betotek.ru/resources/fs/i/static/cat1.pdf>



Источник: <https://www.lsr.ru/ekb/zhilye-komplekсы/flagman/hod-stroitelstva/>

Рис. 2. Современные крупнопанельные здания повышенной этажности: а – ЖК «Пара», г. Челябинск (75 м/26+1 этажей); б – строительство ЖК «Флагман», д. 4А, г. Екатеринбург (80 м/28 этажей)
Fig. 2. Modern largepanel high-rise buildings: а – RC “Para”, Chelybinsk (75 m/26+1 floors); б – RC “Flagman”, 4A, Ekaterinburg (80 m/28 floors)

выполняется из керамической глазурованной плитки. Внутренние стеновые (ВС) панели выполняются однослойными железобетонными.

Стыки сборных элементов. Отличительной особенностью вертикальных узлов сопряжения ВС и НС является применение узлов с перевязкой элементов между собой (interlocking connection) (рис. 5).

После замоноличивания штепсельных соединений и одновременного заполнения контактных швов стеновых панелей технология позволяет реализовать практически неразрезное «монолитное» соединение, способное воспринимать высокие перерезывающие усилия в вертикальных швах высотных зданий без применения сварки. Следует отметить, что наряду с современными зарубежными конструктивными решениями узловых соединений с шахматной перевязкой швов [46–48] известны отечественные аналоги, предложенные советскими и российскими инженера-

ми и учеными [49, 50]. Внутренние стеновые панели между собой соединяются как посредством шахматной перевязки вертикальных швов, так и с помощью шпоночных тросовых петлевых соединений [51–55] фирмы Reikko (рис. 6).

Связи. Защита здания от прогрессирующего обрушения выполняется с помощью системы горизонтальных и вертикальных междуэтажных связей несущих элементов. Горизонтальные связи выполняются в виде замоноличиваемых шпоночных соединений. Вертикальные междуэтажные связи выполняются в виде штепсельных [56–58] (рис. 7, а) и болтовых соединений (рис. 7, б).

Для обеспечения качества бетонирования данных узлов применяются СУМБС на основе сухих строительных смесей (ССС). Применение «холодных» СУМБС характеризуется высокими конструктивно-технологическими параметрами качества смесей и

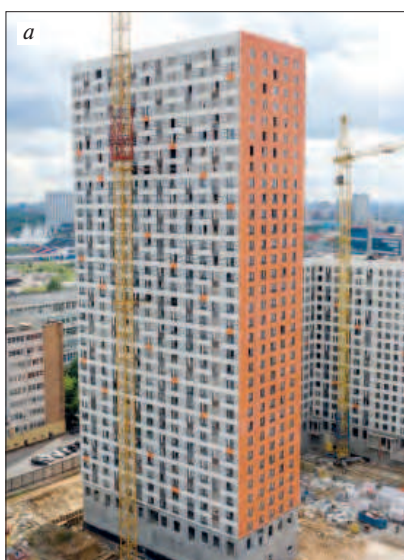


Рис. 3. Строительство 33этажных крупнопанельных зданий ПИК33: а – корпус 3.4; б – корпус 3.3

Fig. 3. Construction of 33storey largepanel buildings PIK33: а – building 3.4; б – building 3.3



Рис. 4. Перекрестностенная конструктивная система крупнопанельного здания с широким шагом поперечных стен

Fig. 4. Crosswall structural system of a largepanel building with a wide step of transvers walls

затвердевшего бетона [59, 60], что обеспечивает самоуплотняемость смеси, высокую раннюю прочность бетона, интенсивный набор прочности в условиях отрицательной температуры.



Рис. 5. Конструктивное решение вертикальных стыков с помощью шахматной перевязки стеновых панелей

Fig. 5. Structural solution of vertical joints using interlocking connection of wall panel



Рис. 6. Шпunoчное соединение внутренних стеновых панелей с помощью тросовых петли Peikko

Fig. 6. Shear keys connection of internal wall panels with Peikko cable loops

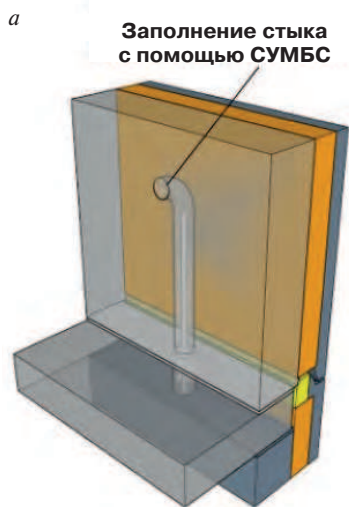


Рис. 7. Вертикальные междуэтажные связи: а – замоноличиваемые итпенсельные стыки наружных стен; б – болтовые соединения внутренних стен

Fig. 7. Vertical interfloor connections: a – insitu dowel connections of external walls; b – bolting connections of internal walls

Надежность впервые примененных конструктивных решений сборного здания подтверждается необходимыми НИР и НИОКР: комплексными испытаниями прочности и жесткости узлов соединений и их элементов, технологии монтажа и бетонирования узлов и обеспечивается системой автоматизированного онлайн температурно-прочностного мониторинга бетона стыков [61, 62], напряженно-деформированного состояния пилотного объекта; операционным и приемочным инструментальным контролем качества монтажа железобетонных изделий (ЖБИ) и бетонирования их узлов с привлечением независимых лабораторий строительного контроля.

Применение научно обоснованных индустриальных технологий и современных материалов позволило реализовать первое высотное жилое здание в России из сборного железобетона высотой до 100 м. Основными преимуществами конструктивно-технологических решений здания, подтверждающими его экономическую эффективность, являются:

1. Высокий темп строительства (в два-три раза быстрее монолитного здания), достигнутый темп монтажа ЖБИ: этаж монтируется за 2,2 дня.

2. Сокращение сроков, снижения себестоимости строительства и отделки за счет применения модульных крупноблочных санитарно-технических

модулей (СТМ) полной заводской готовности, а также модульных шахт-пакетов инженерных систем заводской сборки.

3. Применение свободных планировочных решений квартир за счет применения предварительно напряженных плит большого пролета (до 7,2 м) – отсутствие несущих стен внутри квартир.

4. Высокое качество сборных ЖБИ заводского изготовления.

5. Полное отсутствие сварных соединений (сварка применяется только для прокладки молниезащиты и узлов крепления монтажного крана).

6. Применение СУМБС на основе ССС без сокращения оптимального темпа монтажа ЖБИ, в том числе при отрицательной температуре.

7. Снижение себестоимости каркаса здания из сборных ЖБИ при их серийном производстве.

Применение конструктивно-технологического решения строительной платформы ПИК33 способствует развитию индустриального высотного строительства из сборного железобетона и является актуальной задачей по увеличению темпов жилищного строительства в России, установленной национальным проектом «Жилье и городская среда».

Список литературы / References

1. Singhal S., Chourasia A., Chellappa S., Parashar J. Precast reinforced concrete shear walls: State of the art review. *Structural Concrete*. 2019. Vol. 20. Iss. 3. DOI: <https://doi.org/10.1002/suco.201800129>
2. Михеев Д.В., Гурьев В.В., Дмитриев А.Н., Бачурина С.С., Яхкинд С.И. Развитие индустриального гражданского строительства и типового проектирования на современном этапе // *Жилищное строительство*. 2022. № 7. С. 41–52. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2022-7-41-52>
2. Mikheev D.V., Guryev V.V., Dmitriev A.N., Bachurina S.S., Yakhkind S.I. Development of Industrial Civil Engineering and Standard Design at the Present Stage. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2022. No. 7, pp. 41–52. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2022-7-41-52>
3. Alfred A. Yee, Hon. D. Structural and economic benefits of precast/prestressed concrete construction. *PCI Journal*. 2001. Vol. 46. No. 4, pp. 34–42.
4. Boafu F.E., Kim J.H., Kim J.T. Performance of modular prefabricated architecture: case study-based review and future pathways. *Sustainability*. 2016. Vol. 558. No. 8 (6), pp. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8060558>
5. Chiang Y.-H., Edwin H.-W.C., Lok L.K.-L. Prefabrication and barriers to entry – a case study of public housing and institutional buildings in Hong Kong. *Habitat International*. 2006. No. 30, pp. 482–499. DOI: [doi:10.1016/j.habitatint.2004.12.004](https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2004.12.004)
6. Smith R.E.S. Prefab architecture: a guide to modular design and construction. The USA. John Wiley & Sons Inc., 402 p.
7. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Этенко В.П. Панельно-каркасное домостроение – новый этап развития КПД // *Жилищное строительство*. 2015. № 2. С. 3–7.
7. Nikolaev S.V., Schreiber A.K., Etenko V.P. Panel-frame housing construction – a new stage in the development of large-panel construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 2. С. 3–7. (In Russian).
8. Дубынин Н.В. От крупнопанельного домостроения XX в. к системе панельно-каркасного домостроения XXI в. // *Жилищное строительство*. 2015. № 10. С. 12–19.
8. Dubynin N.V. From large-panel housing construction of the twentieth century. to the system of panel-frame housing construction of the XXI century // *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 10, pp. 12–19. (In Russian).
9. Сапачева Л.В. Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса // *Жилищное строительство*. 2011. № 6. С. 2–6.
9. Sapacheva L.V. Modernization of large-panel housing construction – the locomotive of economy class housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 6, pp. 2–6. (In Russian).
10. Bester N. Concrete for high-rise buildings: performance requirements, mix design and construction consideration. *Structural Concrete Properties and Practice*. 2013, pp. 1–4.
11. Aoyama H. Design of modern highrise reinforced concrete structures. London: Imperial College Press. 2001. 442 p.
12. Clark G. Challenges for concrete in tall buildings. *Structural Concrete*. 2014. Vol. 15. Iss. 4, pp. 448–453. DOI: <https://doi.org/10.1002/suco.201400011>
13. Каприелов С.С., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кардумян Г.С., Киселева Ю.А., Пригоженко О.В. Модифицированные бетоны нового поколения в сооружениях ММДЦ «Москва-Сити» // *Строительные материалы*. 2006. № 10 (622). С. 13–17.
13. Kapriellov S.S., Travush V.I., Karpenko N.I., Sheinfeld A.V., Kardumyan G.S., Kiseleva Yu.A., Prigozhenko O.V. Modified concretes of a new generation in the structures of MIBC «Moscow-City». *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2006. No. 10 (622), pp. 13–17. (In Russian).
14. Терехов И.Г., Могучева Т.А., Латыпова А.А., Самофеев Н.С. Методологические аспекты оптимизации

- ции качества формирования данных при выборе способа стандартизации требований к бетонным смесям и бетонных работ для высотных объектов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Т. 9. № 6. <https://naukovedenie.ru/PDF/94TVN617.pdf>
14. Terekhov I.G., Mogucheva T.A., Latypova A.A., Samofeev N.S. Methodological aspects of optimizing the quality of data generation when choosing a method for standardizing the requirements for concrete mixtures and concrete work for high-rise objects. *Internet journal «NAUKOVEDENIE»*. 2017. Vol. 9. No. 6. <https://naukovedenie.ru/PDF/94TVN617.pdf>
15. Peiretti H.C, Navarro M.G. Concrete in high-rise buildings: practical experiences in Madrid. *Structural Concrete*. 2010. Vol. 11. Iss. 2, pp. 83–92. DOI: 10.1680/stco.2010.11.2.83
16. Vambersky J.N.J.A High-rise buildings in the Netherlands: hybrid structure and precast concrete. *CTBUH 2004*. October 10–13, Seoul, Korea, pp. 136–143.
17. Фаликман В.Р. Бетоны заданной функциональности – «Умные бетоны». *Материалы конференции ICCX Россия*. 3–6 декабря 2019. СПб., Россия. С. 52–63.
17. Falikman V.R. Concrete of a given functionality – «Smart concrete». *Materials of the conference ICCX Russia*. December 3–6, 2019. St. Petersburg, Russia, pp. 52–63.
18. Румянцев Е.В., Байбури А.Х. Особенности применения самоуплотняющихся мелкозернистых бетонных смесей при зимнем бетонировании стыков // *Строительные материалы*. 2022. № 6. С. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2022-803-6-51-57>
18. Romyantsev E.V., Bayburin A.Kh. The features of using self-compacting fine-grained fresh concrete during winter concreting of joints. *Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]*. 2022. No. 6, pp. 51–57. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2022-803-6-51-57>
19. Parker D., Wood A. The tall buildings reference book. New York: Routledge, 2013. 496 p.
20. Oldfield F., The Sustainable Tall Buildings. New York: Routledge, 2019. 281 p.
21. Trabucco D., Wood A., Vassart O., Popa N., Davis D. Life cycle assessment of tall building structural systems. *Chicago: Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH)*. 2015. 188 p.
22. FIB, bulletin No. 73. Tall buildings. Structural design of concrete buildings up to 300 m tall. *International Federation for Structural Concrete (fib) and MPA The Concrete Centre*. 2014. 158 p.
23. PCI Design Handbook and Prestressed Concrete. *Chicago, Illinois, Precast/Prestressed Concrete Institute*. 2010, 828 p.
24. PCI Technical Information Bulletin: Total Precast Concrete High-Rise Construction and Provincial Building Codes. *Ottawa Ontario, Canadian Precast/Prestressed Concrete Institute*. 2020, 10 p.
25. FIB, bulletin No. 101. Precast Concrete in Tall Buildings. State-of-the-art Report. Task Group 6.7. *International Federation for Structural Concrete (fib)*. 2021. 234 p.
26. Hummelen J.C. Precast Concrete in Framed Tube High-Rise Structures. *Master thesis, Delft University of Technology*. June 2015, 137 p.
27. Gomez S.S., Metrikine A.V. Observation and interpretation of closely spaced fundamental modes of a high-rise building. *Buildings*. 2020. Vol. 1. Iss. 132, pp. 1–17. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings10070132>
28. Jones G. Precast Concrete in Tall Buildings. CDC Ltd. 2019. 102 p. https://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/pdf/GEORGE_JONES.pdf
29. FIRST Rotterdam. – de Architekten Cie. https://daf9627eib4jq.cloudfront.net/app/uploads/2017/01/attachment-chitektencie_first-rotterdam.pdf
30. Dahl K.K.B. Bella Sky Hotel – taking precast concrete to the limit. *Structural Concrete*. 2014. Vol. 15. Iss. 4, pp. 83–92. DOI: 10.1002/suco.201400017
31. Moere A.V., Wouters N. The role of context in media architecture. *PerDis '12: Proceedings of the 2012 International Symposium on Pervasive Displays*. June 2012, Article No. 12, pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1145/2307798.2307810>
32. Englekirk R.E. Design-construction of the paramount – A 39-Story precast prestressed concrete apartment building. *PCI Journal*. 2002. Vol. 47. Iss. 4, pp. 56–71. DOI: <https://doi.org/10.15554/pcij.07012002.56.71>
33. Ohno Y., Sumi A., Seo T. High-rise reinforced concrete building in Japan. *CTBUH 2004 Seoul Conference*. October 10–13, Seoul, Korea, pp. 286–289.
34. Ishikawa Y. Advanced pre-cast concrete system and innovative steel fibre reinforced concrete structural system in Japan. *Proceedings of IWAMISSE 2018 the International Workshop on Advanced Materials and Innovative Systems in Structural Engineering: Seismic Practices*. Istanbul, Turkey, 16 November, 2018, pp. 31–40.
35. Dick van K. 165 m of precast concrete. The Breaker: tallest fully prefabricated building in the world. *Cement*. 2016, pp. 18–25 [In Dutch].
36. Hagen S.J. Prefab concrete in high-rise. *U Profiel*. 2013, pp. 8–11 [In Dutch].
37. Hagen S.J. The Zalmhaven tower, an investigation on the feasibility of precast concrete in a high-rise building in the Netherlands. *Research report*. Delft: TU Delft. 2012, p. 289.
38. The Norra Tornen project. <https://www.oma.com/projects/norra-tornen>

39. Meuser P. Prefabricated Housing. *Constructional and Design Manual*. Berlin, Dom publishers, 2020. 432 p.
40. Дыховичный Ю.А., Максименко В.А. Сборный железобетонный унифицированный каркас: Опыт московского строительства. Проектирование, исследование, изготовление, монтаж, перспективы развития. М.: Стройиздат, 1985. 296 с.
40. Dykhovichny Yu.A., Maksimenko V.A. Prefabricated reinforced concrete unified frame: Experience of Moscow construction. Design, research, manufacture, installation, development prospects. Moscow: Stroyizdat. 1985. 296 p.
41. Николаев С.В. Возрождение крупнопанельного домостроения в России // *Жилищное строительство*. 2012. № 4. С. 2–8.
41. Nikolaev S.V. Revival of large-panel housing construction in Russia // *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 4, pp. 2–8.
42. Афанасьев П.Г. Решение проблемы доступного жилья эконом-класса с помощью модернизации индустриального КПД // *Жилищное строительство*. 2012. № 4. С. 26–28.
42. Afanasiev P.G. Solving the problem of affordable economy-class housing by modernizing industrial efficiency. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 4, pp. 26–28. (In Russian).
43. Пилипенко В.М., Потерщук В.А., Пецольд Т.М. *Перспективы развития индустриального домостроения в Республике Беларусь. Современные проблемы внедрения европейских стандартов в области строительства: Сборник международных научно-технических статей*. Минск, 2015. С. 8–14.
43. Pilipenko V.M., Poterschuk V.A., Petsold T.M. *Prospects for the development of industrial housing construction in the Republic of Belarus. Modern problems of the implementation of European standards in the field of construction: Collection of international scientific and technical articles*. Minsk. 2015, pp. 8–14. (In Russian).
44. Вахмистров А.И., Гобеев Э.К. Индустриальное домостроение. СПб.: Славутич, 2019. 260 с.
44. Vakhmistrov A.I., Gobeyev E.K. Industrial'noye domostroyeniye [Industrial building]. Sankt-Peterburg: Slavutich. 2019. 260 p.
45. Шембаков В.А. Инновационная индустриальная технология сборно-монолитного каркаса, разработанная ГК «Рекон-СМК» и используемая 20 лет на рынке РФ и СНГ // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 33–38. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-33-38>
45. Shembakov V.A. Innovation industrial technology of precast-monolithic frame developed by GC "Rekon-SMK" and used 20 years at the RF market. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 33–38. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-33-38> (In Russian).
46. FIB: bulletin No. 43. Structural connections for precast concrete buildings. – International Federation for Structural Concrete (fib). Lausanne: Switzerland. 2008. 360 p.
47. FIB: bulletin No. 74. Planning and design handbook on precast building structures. Manual/Textbook. The International Federation for Structural Concrete (fib). Lausanne: Switzerland, 2014. 313 p.
48. Tolsma K.V. Precast concrete cores in high-rise buildings: Structural behavior of precast corner connections. *Master's Thesis Final Report*. Delft: TU Delft, 2010. 81 p.
49. Алиев Г., Эйюбов Д. Новый принцип конструирования вертикальных стыков панелей // *Жилищное строительство*. 1965. № 1. С. 18–19.
49. Aliyev G., Eyyubov D. New principle of designing vertical joints of panels *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 1965. No. 1, pp. 18–19. (In Russian).
50. Николаев С.В. Инновационная замена КПД на панельно-монолитное домостроение (ПМД) // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>
50. Nikolaev S.V. Innovative replacement of large-panel housing construction by panel-monolithic housing construction (PMHC). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10> (In Russian).
51. Киреева Э.И. Крупнопанельные здания с петлевыми соединениями конструкций // *Жилищное строительство*. 2013. № 9. С. 47–51.
51. Kireeva E.I. Large-panel buildings with loop connections of structures. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 9, pp. 47–51. (In Russian).
52. Данель В.В. Совершенствование петлевых стыков стеновых панелей // *Жилищное строительство*. 2014. № 1–2. С. 11–15.
52. Danel V.V. Improvement of loop joints of wall panels. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 1–2, pp. 11–15. (In Russian).
53. Суур-Аскола П. Технологически усовершенствованный продукт от компании Peikko – тросовая петля PVL // *Жилищное строительство*. 2013. № 3. С. 21–23.
53. Suur-Askola P. Technologically improved product from the company Peikko – PVL cable loop. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 3, pp. 21–23. (In Russian).
54. Зенин С.А. Проектирование жилых крупнопанельных домов с применением бессварных стыков на тросовых петлях // *Жилищное строительство*. 2013. № 7. С. 14–15.
54. Zenin S.A. Designing residential large-panel houses using non-welded joints on cable loops. *Zhilishchnoe*

- Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 7, pp. 14–15. (In Russian).
55. PVL Connecting Loop. Technical Manual. Peikko Group. 2019, 30 p.
56. Зенин С.А., Шарипов Р.Ш., Кудинов О.В. Исследование работы штепсельных стыков в крупнопанельных конструктивных системах зданий // *Бетон и железобетон*. 2021. № 5–6 (607–608). С. 60–66.
56. Zenin S.A., Sharipov R.Sh., Kudinov O.V. Research of plug connections in large-panel structural systems of buildings. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2021. No. 5–6 (607–608), pp. 60–66. (In Russian).
57. Provost-Smith D.J. Investigation of grouted dowel connection for precast concrete wall construction. *Electronic Thesis and Dissertation Repository*. 2016. 4298 <https://ir.lib.uwo.ca/etd/4298> (Date of access 28.09.22).
58. Nehdy M., Elsayed M., Provost-Smith D. J. Investigation of grouted precast concrete wall connections at subfreezing conditions: Material of Conference “Resilient infrastructure”. London, GB. 2016, pp. 1–10. https://www.researchgate.net/publication/304115263_INVESTIGATION_OF_GROUTED_PRECAST_CONCRETE_WALL_CONNECTIONS_AT_SUBFREEZING_CONDITIONS#fullTextFileContent (Date of access 28.09.2022).
59. Румянцев Е.В., Байбури А.Х., Соловьев В.Г., Ахмедьянов Р.М., Бессонов С.В. Технологические параметры качества самоуплотняющихся мелкозернистых бетонных смесей для зимнего бетонирования стыков // *Строительные материалы*. 2021. № 5. С. 46–14. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-791-5-4-14>
59. Rumyantsev E.V., Bayburin A.Kh., Solov'ev V.G., Ahmed'yanov R.M., Bessonov S.V. Technological parameters of the quality of self-compacting fine-grained fresh concrete for winter concreting. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2021. No. 5, pp. 4–14. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-791-5-4-14>
60. Румянцев Е.В., Байбури А.Х., Соловьев В.Г., Ахмедьянов Р.М., Бессонов С.В. Динамика набора прочности самоуплотняющихся мелкозернистых бетонов при зимнем бетонировании стыков // *Строительные материалы*. 2021. № 10. С. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-796-10>
60. Rumyantsev E.V., Bayburin A.Kh., Solov'ev V.G., Ahmed'yanov R.M., Bessonov S.V. Technological parameters of the quality of self-compacting fine-grained fresh concrete for winter concreting. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2021. No. 5, pp. 4–14. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-791-5-4-14>
61. Румянцев Е.В., Видякин А.А., Байбури А.Х. Температурный мониторинг монолитных стыков крупнопанельных зданий при зимнем бетонировании // *Бетон и железобетон*. 2020. № 1 (601). С. 42–48.
61. Rumyantsev E.V., Vidyakin A.A., Bayburin A.Kh. Temperature monitoring of monolithic joints of large-panel buildings during winter concreting. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2020. No. 1 (601), pp. 42–48. (In Russian).
62. Румянцев Е.В., Швецова В.А. Разработка системы контроля твердения стыков сборного железобетона при отрицательных температурах // *Техника и технология силикатов*. 2022. Т. 29. № 1. С. 4–15.
62. Rumyantsev E.V., Shvetsova V.A. Development of a system for monitoring the hardening of prefabricated reinforced concrete joints at negative temperatures. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2022. Vol. 29. No. 1, pp. 4–15. (In Russian).

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Коррозия строительных материалов: проблемы, пути решения

Авторы: Федосов С.В., Степанова В.Ф., Румянцева В.Е., Котлов В.Г., Степанов А.Ю., Коновалов В.С.

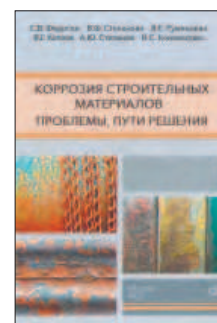
Москва: АСВ, 2022. 399 с. ISBN 978-5-4323-0435-3

В монографии обобщены научные данные о коррозионных процессах, протекающих под влиянием окружающей среды, в бетонах, металлах и железобетонах того или иного состава: принципиальные схемы химических реакций; математические описания некоторых коррозионных процессов; системы нормативных документов по борьбе с коррозией; представлены результаты экспериментальных исследований в форме математических моделей, позволяющих с требуемой точностью считать долговечность бетонных и железобетонных конструкций. Методы математического моделирования при исследовании процессов коррозии бетона, металлов и железобетона еще недостаточно широко применяются на практике, хотя их преимущества очевидны. Причем, применение математических моделей позволяет экономически обоснованно назначать средства защиты и устанавливать сроки их применения.

Авторами обоснована общность методологического подхода к моделированию массопереноса при жидкостной коррозии строительных материалов; исследованы основные физико-химические процессы в пограничном слое «жидкость – твердое тело» на начальных этапах коррозионного массопереноса, дающие возможность прогнозировать изменение прочностных характеристик строительного объекта.

Материал монографии изложен понятно для широкого круга специалистов, имеет практическое значение для строительных организаций, полезен научным и инженерно-техническим работникам.

Представленная монография является значительным шагом в разработке научно обоснованных рекомендаций по повышению коррозионной стойкости строительных конструкций для снижения затрат на ликвидацию последствий техногенных катастроф, обусловленных выходом из строя объектов жилищно-коммунального комплекса, зданий и сооружений различного назначения; для повышения уровня безопасности жизнедеятельности.



Комплексный подход к переоборудованию арматурного цеха завода железобетонных изделий

Завод строительного оборудования «Роден» (Новосибирск) является ведущим российским производителем оборудования для обработки проволоки и арматуры, необходимого для создания современного и эффективного арматурного цеха. Сформулированы основные этапы создания или модернизации арматурного цеха, позволяющие разработать четкую стратегию поэтапной реализации всех необходимых шагов для получения максимальных выгод и повышения эффективности технологического процесса.

Обширный опыт внедрения оборудования предприятия «Роден» позволил проанализировать оснащение отечественных заводов ЖБИ и КПД и сделать выводы, касающиеся уровня технической оснащенности предприятий. Отраднo, что на отечественных предприятиях сборного железобетона можно видеть современное оборудование на технологических участках приготовления и доставки бетона, формовочных участках, однако существующие арматурные цеха не подвергались кардинальной модернизации и глобальным изменениям технологического процесса на протяжении многих лет. Фактически основное обновление оборудования зачастую сводилось к замене старого оборудования на такое же, но новое.

Общая ситуация, характерная для многих отечественных предприятий, выглядит следующим образом.

- Низкая степень автоматизации существующих технологических процессов. Многие операции выполняются вручную, что влечет за собой увеличение фондов оплаты труда.
- Низкая универсальность используемого оборудования. Большая длительность перестройки с одного вида продукции на другой. Это вызывает необходимость вложения существенного количества оборотных средств (большое количество используемого оборудования, затраты на сырье, серьезные площади для технологического процесса, хранения заготовок и готовой продукции), а также не позволяет предприятиям организовать гибкий выпуск разнообразной продукции, ориентированной на конечного потребителя.
- Низкая производительность используемого оборудования, что обуславливает невозможность выдавать максимальное количество требуемой продукции в горячий строительный сезон и требует дополнительного увеличения оборотных средств предприятия для его работы вне пиков загрузки, а также влечет увеличение фондов оплаты труда за счет вывода дополнительных смен на работу.
- Отсутствие логистической концепции «Точно в срок». Наличие такой технологии позволило бы исключить ненор-

мативный запас сырья и материалов, необходимых в производственном процессе, и, как следствие, привело бы к снижению «замороженных» оборотных средств предприятия.

- Существующие производства не имеют сквозной интеграции с современными системами САПР. Это влечет за собой увеличение сроков внедрения новых проектных решений, а также невозможность реализации различных архитектурно-строительных замыслов.

Комплексный подход позволяет выработать рабочую стратегию модернизации арматурного цеха так, чтобы было каждое внедрение оборудования на производственный участок будет экономически эффективным. Стратегия оснащения арматурного цеха предусматривает пять этапов.

На первом этапе выработки стратегии построения арматурного цеха проводится анализ посуточного выпуска готовых изделий с разбивкой на элементарные технологические операции. Наименьшей автоматизации поддаются операции по сборке больших объемных каркасов, поэтому специалисты завода «Роден» стремятся оптимизировать этот процесс за счет сборки каркаса из максимально готовых элементов, например широких сеток с проемами. Эти действия обеспечивают как прямое снижение трудозатрат на сборку каркаса, так и косвенное за счет оптимизации внутрицеховой логистики.

При анализе на этом этапе достаточно регулярно на предприятиях обнаруживаются каркасы, состоящие из большого количества небольших сеток, стержней, плоских каркасов, собираемых с помощью клещей контактной сварки на вертикальных сборочных станциях. Прежде использование таких каркасов в проектах было во многом обусловлено техническими возможностями оборудования того времени, и их использование не учитывает способностей современных машин, предлагаемых рынком. В тех случаях, когда это обоснованно, специалисты «Роден» настоятельно рекомендуют внести изменения в техническую документацию на конструкцию каркаса. Это дает существенные выгоды при оптимизации работы арматурного цеха.

Завод строительного оборудования «Роден» выпускает высокотехнологичную продукцию

- Быстрые правильно-отрезные станки для правки и заготовки арматуры
- Автоматические скобогибочные станки для гибки хомутов и петель
- Машины контактной сварки для сварки плоских каркасов
- Широкосеточные автоматические машины, в том числе и для сварки сеток с проемами
- Производственные машины для навивки каркасов свай
- Вертикальные машины для сборки объемных каркасов
- Различное вспомогательное оборудование для арматурного цеха



На втором этапе рассчитывается максимально необходимое количество плоских каркасов, широких сеток и подбираются необходимые сварочные машины. Практика показала, что для заводов КПД важна максимально быстрая перестройка машины с одного вида сетки на другой. Это дает возможность производить конкретно ту сетку, которая в данный момент времени нужна для выпуска конечного ЖБИ изделия. Использование такого технологического подхода позволяет минимизировать складские площади и оперативные запасы сырья.

Для заводов по производству сборного железобетона важна максимальная производительность оборудования. Специфика работы, с которой сталкиваются партнеры «Роден» в последнее время, подразумевает неравномерную загрузку предприятия и определенный запас по производительности, позволяет более уверенно маневрировать оперативными запасами сырья и сроками выполнения заказов.

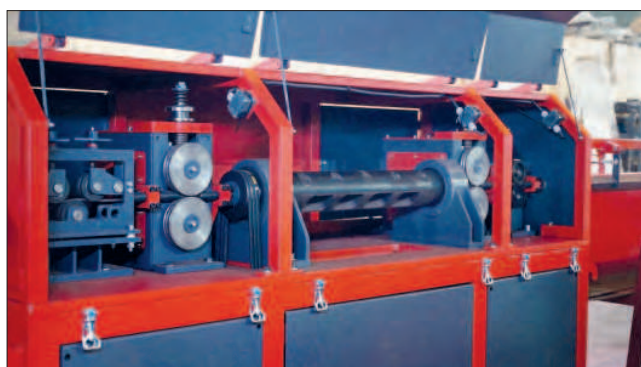
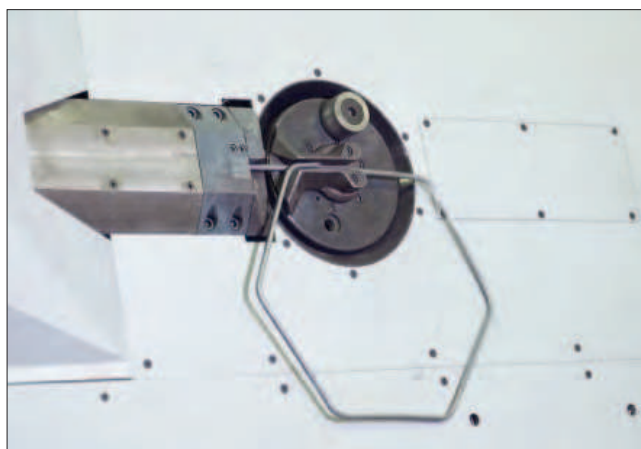
Выбор концепции сварочных машин и машин сварки плоских каркасов во многом определяет и требования к заготовительному участку арматуры. Автоматизированные решения, работающие напрямую с бухт, существенно снижают нагрузку на заготовительный участок. Их применение является основой для разработки подхода к модернизации остальных участков.

На третьем этапе формирования стратегии определяются потенциально узкие места заготовительного участка и участка гибки петель и хомутов. Наиболее действенным методом модернизации на сегодняшний день показали себя автоматические скобогибочные станки для производства хомутов и петель. Конечно, их возможности ограничены максимальными диаметрами арматуры до 14 мм, но их применение позволяет ликвидировать как отходы, возникающие при рубке, так и ненужные логистические операции по перемещению заготовок внутри цеха. А имеющаяся возможность оперативно переходить с одного типа изделия на другое, используя CAD форматы, позволяет максимально соответствовать концепции «Точно в срок».

На четвертом этапе анализируются оставшиеся операции по заготовке арматуры, определяется необходимая производительность правильно-отрезных станков и комплексов по раскрою мерной арматуры. Правильно-отрезные станки, способные быстро перестраиваться на необходимую длину стержня и работающие со стержнями малых размеров (от 80–100 мм), являются одной из важнейших составляющих участка.

Пятый этап по выработке стратегии при верном подборе оборудования даст возможность спланировать работу локальной MES-системы для арматурного производства. Изначально заложенные решения в системы управления оборудованием позволяют осуществлять как сбор данных с нижнего уровня (время работы и простоя машин, количество и типы произведенных изделий, текущее состояние оборудования), так и организовывать выдачу сменных заданий исходя из текущей потребности производства. Сквозная интеграция вместе с системами САПР и BIM-системами существенно сократит необходимое время для подготовки машинных заданий.

Приведенный выше подход к созданию или модернизации арматурного цеха устанавливает четкую стратегию, позволяющую поэтапно реализовать все необходимые этапы для получения максимальных выгод и повышения эффективности технологического процесса. Выработанная стратегия перехода от «локутной» модернизации позволит перейти на системную работу и выйти на иной уровень конкурентоспособности предприятия, а возможность поэтапной работы позволит распределить инвестиции во времени.



23-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СУХИХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

**23-25 августа
2023**

ВАЛТИМІХ

МУРМАНСК  **2023**



**Сияем
МОЩНО**

КВИНТЕТ
EVENT АГЕНТСТВО

СМИТ



baltimix.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ОСНАЩЕНИЕ АРМАТУРНОГО ЦЕХА



◆ МАШИНЫ СВАРКИ СЕТОК



◆ ПРАВИЛЬНО-
ОТРЕЗНЫЕ
СТАНКИ



RODEN
ЦЕНТР МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ



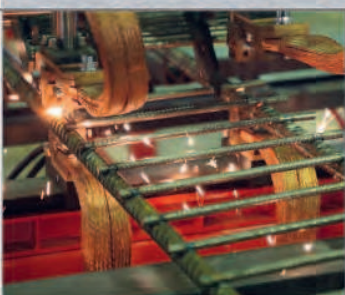
zsordn.ru



◆ ГИБОЧНЫЕ
АВТОМАТЫ



◆ СВАЕНАВИВОЧНЫЕ
МАШИНЫ



РОССИЙСКИЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ
ПРОВОЛОКИ И АРМАТУРЫ

+7 (983) 510-19-19
+7 (383) 310-19-19

УДК 69.056.1

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-32-38>

В.А. ШЕМБАКОВ, управляющий ГК «Рекон-СМК», генеральный директор ЗАО «Рекон»,
заслуженный строитель РФ, руководитель авторского коллектива по развитию
и внедрению технологии СМК (zao.rekon@mail.ru)

ЗАО «Рекон» (428003, г. Чебоксары, Дорожный пр., 20а)

Возможности инновационной индустриальной технологии сборно-монолитного каркаса ГК «Рекон-СМК»

Тридцатилетний опыт строительства жилья, школ, детских садов и других социальных объектов по инновационной индустриальной технологии сборно-монолитного каркаса ГК «Рекон-СМК» показал высокую степень свободы в создании гармоничной городской среды. Скорость возведения зданий и сооружений возрастает, а себестоимость строительства снижается, когда завод по производству строительных материалов располагается рядом со строительной площадкой и при этом имеет оптимальную мощность и универсальную технологию, позволяющую выпускать широкую номенклатуру изделий. На основе опыта ГК «Рекон-СМК» (г. Чебоксары), предлагающего российское технологическое оборудование для производства качественных, доступных и энергоэффективных строительных материалов, показано, что поставка железобетонных изделий в другие регионы из-за увеличения транспортных расходов, которые могут составлять до 90% стоимости продукции, делает такое производство стройматериалов убыточным. Для создания достойных условий жизни специалистов, в том числе работающих в малых городах и селах, обеспечивающих успешное развитие агропромышленного комплекса, предлагается строительство доступного жилья и качественных дорог из железобетонных изделий, изготовленных на универсальном отечественном оборудовании «Мини-ДСК» – собственной разработке машиностроительного завода ЗАО «Рекон», входящего в ГК «Рекон-СМК».

Ключевые слова: стройиндустрия, модернизация крупнопанельного домостроения, каркасно-панельное домостроение, сборно-монолитный каркас, заводская готовность, энергоэффективность, скорость строительства.

Для цитирования: Шембаков В.А. Возможности инновационной индустриальной технологии сборно-монолитного каркаса ГК «Рекон-СМК» // *Жилищное строительство*. 2023. № 3. С. 32–38.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-32-38>

V.A. SHEMAKOV, Head of GK "REKON-SMK", General Director of ZAO "Rekon", RF Honored Builder,
Head of the Author's Team for the development and implementation of SMK technology (zao.rekon@mail.ru)
ZAO "Rekon" (20a, Dorozhny Drive, Cheboksary, 428003, Chuvash Republic, Russian Federation)

Possibilities of Innovative Industrial Technology of Prefabricated Monolithic Frame GC "Recon-SMK"

30 years of experience in the construction of housing, schools, kindergartens, and other social facilities using the innovative industrial technology of the prefabricated monolithic frame of the Recon-SMK Group of Companies has shown a high degree of freedom in creating a harmonious urban environment. The speed of construction of buildings and structures increases, and the cost of construction decreases when the plant for the production of building materials is located next to the construction site and at the same time has optimal capacity and universal technology that makes it possible to produce a wide range of products. Based on the experience of the Recon-SMK Group of Companies (Cheboksary), which offers Russian technological equipment for the production of high-quality, affordable and energy-efficient building materials, it is shown that the supply of reinforced concrete products to other regions due to an increase in transportation costs, which can be up to 90% of the cost of production, makes such production of building materials unprofitable. In order to create decent living conditions for specialists, including those working in small towns and villages, ensuring the successful development of the agro-industrial complex, it is proposed to build affordable housing and high-quality roads made of reinforced concrete products manufactured on universal domestic equipment "Mini-DSC" - the own development of the machine-building plant CJSC "Rekon", part of the GC "Recon-SMK".

Keywords: construction industry, modernization of large-panel housing construction, frame-panel housing construction, prefabricated monolithic frame, factory readiness, energy efficiency, speed of construction.

For citation: Shembakov V.A. Possibilities of innovative industrial technology of prefabricated monolithic frame GC "Recon-SMK". *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 32–38. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-32-38>

Основа отечественной технологии СМК, разработанной ГК «Рекон-СМК», – это монтаж сборно-монокорпуса бесшварного соединения с пустотным настилом и преднапряженными однослойными и трехслойными плитами КПД, сборно-монокорпусной лестнично-лифтовой узел с монолитным перекрытием, сборные конструкции наружных стен архитектурной выразительности. Предварительно напряженные конструкции отличает высокая трещиностойкость (в 2–3 раза больше, чем без предварительного напряжения) и жесткость, благодаря чему можно рационально использовать высокопрочные стали, применение которых позволяет сократить расход арматуры до 50% по сравнению с обычным железобетоном. Вес конструкций также значительно снижается [1–6].

Качество строительных конструкций (колонны на 2–3 этажа, предварительно напряженные ригели, балки) обеспечивается заводским контролем и входным контролем на объекте. Важной характеристикой оборудования является максимально возможное использование имеющихся производственных мощностей за счет быстрой переналадки под требования рынка, что способствует повышению производительности труда. После переналадки на том же оборудовании можно выпускать дорожные предварительно напряженные пазогребневые плиты, сваи и другие конструкции (рис. 1).

ЗАО «Рекон», помимо создания новых производств, проводит модернизацию основных производственных фондов заводов КПД с увеличением их производительности минимум вдвое без их остановки, оптимизируя деятельность предприятия за счет

создания на освобожденной площади новых направлений деятельности (рис. 2).

Создание технологии СМК является примером реализации межотраслевой кооперации промышленности строительных материалов и машиностроения на базе российских научных разработок и адаптированных современных зарубежных технологий. Специалисты ГК «Рекон-СМК» постоянно совершенствуют российскую станковую технологию сборно-монокорпуса и ее применение в крупнопанельном домостроении и малоэтажном строительстве [7–8].

В малых городах практически отсутствуют передовые технологии строительства. Завод с гибкой технологией по производству конструктивных элементов и элементов архитектурной выразительности способен обеспечить своевременные поставки качественных изделий на строительные объекты с минимальными затратами, что значительно снизит себестоимость готового жилья; также следует отметить, что используются собственные трудовые ресурсы. Известно, что оптимальная мощность завода в небольшом городе 15–30 тыс. м² в год.

Специалисты ЗАО «Рекон» разработали специально для малых городов универсальный станок (рис. 3). Минимальная площадь цеха 9×40 м, высота цеха 6,5 м, мощность от 15 тыс. м² общей площади в год при численности от 9 человек. Завод может выпускать ЖБИ из преднапряженного и ненапряженного железобетона любой номенклатуры. Срок изготовления оборудования составляет от 1,5 месяцев. Возможна установка дополнительного оборудования для формования пустотных плит в полном автоматическом режиме (a=1,1; 1,2; 1,5; 1,8 м; h=60; 220 мм).



Рис. 1. Автоматизированный завод ЗАО «Рекон» с двумя универсальными станками, бетономесительным узлом, адресной подачей, раздатчиком-накопителем длиной 18 м. Мощность 100 тыс. м²

Fig. 1. The automated plant of CJSC "Recon" with two universal stands, a concrete mixing unit, an address feed, a distributor-accumulator with a length of 18 m. Capacity 100 thousand m²



Рис. 2. Технологическая линия из двух универсальных станков 128×4 м с вибробетоноукладчиком с двойным перемешиванием бетона и выдачи шиберами с вертикальным и поперечным перемешиванием на два станка по выпуску изделий КПД и преднапряженных плит перекрытий длиной 8,2 м на ТОО «ДСК GLB» (Астана, 2022 г.)

Fig. 2. Technological line consisting of two universal stands 128x4 m with a vibrating concrete paver with double mixing of concrete and delivery of gates with vertical and transverse mixing to two stands for the production of efficiency products and prestressed floor slabs with a length of 8.2 m at DSK GLB LLP (Astana, 2022)



Рис. 3. «Мини-ДСК» мощностью 15–20 тыс. м² в год. ЗАО «Рекон», г. Чебоксары. Срок исполнения 1,5 месяца. В составе: БСУ, адресная подача, вибробетоноукладчик, универсальный станок с сердечниками со встроенными магнитами, размотчик чехла с термопокрывалом

Fig. 3. "Mini-DSC" with a capacity of 15–20 thousand m² per year. CJSC «Recon», Cheboksary. The execution period is 1.5 months. As part of: BSU, address feed, vibration concrete paver, universal stand with cores with built-in magnets, cover unwinder with thermal cover



Рис. 4. Строительство 15-этажного жилого дома с применением СМК с пустотным настилом и трехслойной наружной стеной (НС) нового типа, г. Чебоксары

Fig. 4. Construction of a 15-storey residential building with the use of QMS with hollow flooring and a three-layer outer wall (OW) of a new type, Cheboksary

ЗАО «Рекон», помимо создания новых производств, проводит модернизацию основных производственных фондов заводов КЖД с увеличением их производительности минимум вдвое без их остановки, оптимизируя деятельность предприятия за счет создания на освободившейся площади новых направлений деятельности. Полная автоматизация процесса производства позволяет высвободившихся высококвалифицированных работников направлять для работы на строительные площадки. Готовое к отправке оборудование комплектуется в присутствии заказчика. Специалисты ГК «Рекон-СМК» выполняют гарантийное и постгарантийное обслуживание, проводят обучение проектировщиков, заводчан, монтажников. Оборудование обеспечивает рост производительности труда за счет полной автоматизации процесса формования, а также заводской и входной строительный контроль качества строительных изделий, экономию материалов и энергоресурсов более чем на 20% [9–10].

В строительной отрасли Российской Федерации широко представлена технология СМК, в том числе

в массовом строительстве крупнопанельных домов с использованием наружных стен, изготовленных на универсальном стенде (рис. 4). ЗАО «Рекон» разработал комплекс оборудования «Мини-ДСК», который позволит возводить по современной технологии качественное и доступное жилье в малых городах и селах, а также независимо от сезона строить качественные дороги.

Предварительное напряжение, увеличивающее сопротивление конструкций образованию трещин, повышает их выносливость при работе на воздействии многократно повторяющейся нагрузки, так как происходит уменьшение перепада напряжений в арматуре и бетоне, вызываемого изменением величины внешней нагрузки. Благодаря применению более прочных и легких материалов сечения предварительно напряженных конструкций в большинстве случаев оказываются меньшими по сравнению с железобетонными конструкциями без предварительного напряжения той же несущей способности, а следовательно, более гибкими и легкими. Повышению сейсмостойкости способствует также пространственная работа зданий и сооружений в целом, получаемая обжатием их отдельных частей предварительно напряженной арматурой.

Сейсмостойчивость сборно-монолитного каркаса обеспечивается соединительным узлом «колонна – преднапряженный ригель – пустотный настил» по типу кессонного перекрытия, т. е. колонна заводского изготовления находится в жесткой железобетонной обойме и имеет стыковое соединение в самом перекрытии. Поскольку наружные и внутренние стены здания не являются несущими, а только ограждающими, это позволяет применять для их изготовления любые облегченные строительные материалы, соответствующие требованиям СНиПа по теплотехнике и современным архитектурно-планировочным решениям. Сейсмостойчивые жилые дома построены в Краснодаре.

В 2015 г. специалисты ЗАО «Рекон» совместно с ОАО «Хойникский завод ЖБИ» (г. Хойники, Республика Беларусь) реализовали проект технического перевооружения, запустив в эксплуатацию универсальный стенд по выпуску ненапряженных и преднапряженных изделий, а также наружных стен НС заводской готовности (рис. 5).

Отличие технологии изготовления НС заключается в том, что свежесуложенный бетон не передвигается до полной гидратации цементного камня, обеспечивая тем самым высокую плотность и качество бетонной поверхности фасада и тела бетона. Возможны различные способы художественного оформления наружных стеновых панелей: облицовка из каменной крошки, керамики, архитектурный бетон, майолика



Рис. 5. Автоматизированная технологическая линия с универсальным стендом с откидными и раздвижными гидравлическими бортами, с адресной подачей бетона, вибробетоноукладчиком, с заглаживающей машиной для выпуска НС. ОАО «Хойникский завод ЖБИ» (г. Хойники, Республика Беларусь), 2015 г.
Fig. 5. Automated production line with a universal stand with folding and sliding hydraulic sides, with targeted concrete supply, a vibrating concrete paver, with a smoothing machine for the release of OW. JSC «Khoyniksky Reinforced Concrete Plant» (Khoyniki, Republic of Belarus), 2015



Рис. 6. Фрагмент фасада здания с трехслойной НС с отделкой фибробетоном высокой заводской готовности
Fig. 6. A fragment of the facade of a building with a three-layer OW finished with fiber-reinforced concrete of high prefabrication



Рис. 7. Подготовка к формированию преднапряженных дорожных плит на универсальном стенде
Fig. 7. Preparation for molding prestressed road slabs on a universal stand



Рис. 8. Строительство участка дороги с применением преднапряженных пазогребневых дорожных плит
Fig. 8. Construction of a road section using prestressed tongue-and-groove road slabs



и др. (рис. 6). Нарядность, мажорность, внимание к деталям, гармоничная связь с природой и принцип построения «изнутри наружу» – характерные черты русского зодчества, которые могут обогатить современную архитектуру малых городов и сел.

Анализ мирового строительного рынка показывает: успешное развитие строительной отрасли возможно только при внедрении современного индустриального строительства, которое обеспечит необходимое сочетание качества и скорости строительства, уменьшение себестоимости 1 м² зданий и сооружений за счет использования прогрессивных гибких технологий строительства объектов из современных конструкционных материалов. И в конечном итоге будут выполнены базовые требования строительства – безопасность, функциональность и архитектурная выразительность и требования со-

временного мира – энергоэффективность и ресурсосбережение, а в малых городах и селах России сохранены традиции русского зодчества, создающие индивидуальность архитектурных решений при использовании современных технологий.

Строительство автомобильных дорог с применением цементобетонного покрытия может выполняться монолитным или сборным способом. Монолитное покрытие – это процесс с использованием большого количества современной дорожной техники, преимущественно иностранного производства, с сокращением работ при минусовых температурах, ограничением движения на длительный период из-за набора бетоном необходимой прочности. В сложных климатических условиях на территориях Канады, США, Швеции и ряда других стран выполняют строительство дорог из сборных предварительно напряженных

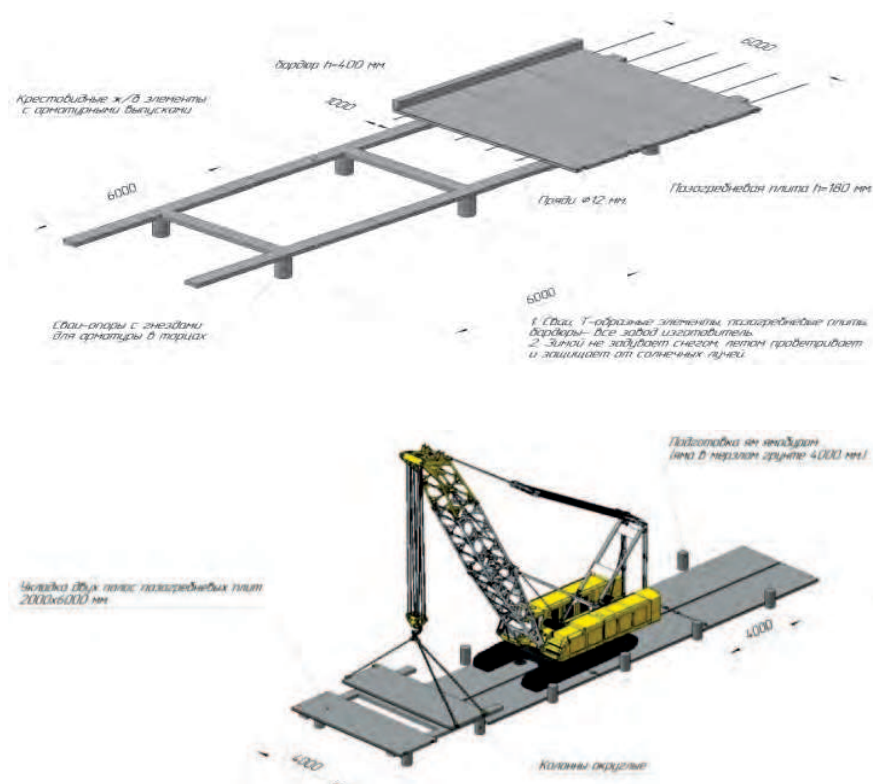


Рис. 9. Индустриальное строительство дорог на вечной мерзлоте, не разрушая верхнего слоя тундры
Fig. 9. Industrial construction of roads on «permafrost» without destroying the upper layer of the tundra

Рис. 10. Монтаж сборно-моноконкретной дороги с преднапряженными дорожными плитами без нарушения верхнего слоя почвы
Fig. 10. Installation of a prefabricated monolithic road with prestressed road slabs without disturbing the topsoil

пазогребневых дорожных плит с постнатяжением, так как оно более эффективно по сравнению с другими технологиями.

Национальным объединением строителей в феврале 2018 г. утвержден стандарт организации СТО Нострой 2.25.219–2018 «Устройство и капитальный ремонт сборных цементобетонных покрытий». Президент Ассоциации бетонных дорог, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» МАДИ, руководитель разработки данного стандарта В.В. Ушаков отметил, что для повышения сроков службы дорожных одежд и покрытий требуется применение долговечных материалов и современных технологий строительства автомобильных дорог (17-я межрегиональная конференция ассоциации «РАДОР» «Прогрессивные технологии ремонта и содержания автодорог», 7 апреля 2021 г.).

Такого объема строительства новых дорог и реконструкции ранее построенных, как в РФ, нет ни в одной стране мира. Необходимо переходить на новые более экономичные технологии, повышая качество строительства. Работая более пятидесяти лет в строительном комплексе, пройдя путь от мастера до генерального директора опытно-показательного домостроительного комбината, анализируя современную ситуацию в строительной отрасли страны, автор статьи, генеральный директор научно-производственного машиностроительного предприятия ЗАО «Рекон», пришел к выводу, что для строительства дорог тоже можно применить индустриальный способ монтажа верхнего полотна дороги, включающий заводское изготовление конструкций из преднапряженного железобетона. Такой способ строительства обеспечивает круглогодичность устройства; по сравнению с ас-



РЕКОН - СМК
ГРУППА КОМПАНИЙ
ПРОЕКТ-ЗАВОД-СТРОЙКА-ПАТЕНТ



ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
РЕКОН
ЧЕБОКСАРЫ

WWW.REKON-SMK.RU | **WWW.REKON-TECH.RU**

ЗАО «РЕКОН»

428003, г. Чебоксары, Дорожный пр., 20а

zao.rekon@mail.ru

+7 (8352) 64-72-59

РЕКЛАМА

фальтовым покрытием более надежная эксплуатация в суровых условиях от -60 до $+40^{\circ}\text{C}$; более экономичное решение; капитальный ремонт через 25–30 лет.

Специалисты машиностроительного завода ЗАО «Рекон» (г. Чебоксары, Чувашская Республика) более 25 лет назад разработали технологические линии, оснатив их универсальным стандом по выпуску преднапряженных конструкций, двухбункерным вибробетоноукладчиком, адресной подачей бетона и полным набором технологической оснастки. Благодаря решению задачи по созданию отечественной современной технологии производства преднапряженных элементов на основе адаптированного зарубежного опыта и отечественных разработок обеспечена независимость российских заводов ЖБИ от зарубежных поставщиков технологий и запчастей. Данные линии, размещаемые на заводе вблизи строительства автодороги, – оптимальное решение задачи по развитию индустриального строительства дорог в России сборным способом, обеспечивающим качественные покрытия с межремонтным сроком службы более 25 лет.

Благодаря внедрению стандового метода изготовления преднапряженных ЖБИ как в закрытых цехах заводов, так и на заводах полигонного типа стало возможным при работе шести человек на одном станде выпускать до 40 тыс. м^2 преднапряженных дорожных плит в год. В течение 8-часовой смены выполняется подготовка опалубочной поверхности универсального станда 4×90 м; укладка прядей канатов $\varnothing 12$; 15 К7 и арматурных стержней; укладка и фиксация гофрированных трубок и отверстий для монтажных приспособлений; выполнение преднапряжения прядей с использованием якорных станций, что эффективнее силовой формы; автоматизированная укладка бетона двухбункерным вибробетоноукладчиком с укрытием термопокрывалом с автоматическим обогревом уплотненного бетона. На следующий день сьем готовой продукции. Укладка бетона автоматическим двухбункерным вибробетоноукладчиком может быть выполнена послойно двумя марками бетона и после уплотнения не подвергаться каким-либо воздействиям. Подбор бетона может быть осуществлен с подогревом или без него. Укладка бетона вибробетоноукладчиком допускает использование бетона с различными техническими характеристиками при сохранении качественной верхней поверхности конструкций дороги. Это делает возможным отказ от асфальтового покрытия. Благодаря вибропрессованию решается проблема монолитного дорожного покрытия. Плиты могут выпускаться с рифленой поверхностью как сверху, так и лицом вниз. Для рифления лицом вниз поддон универсального станда временно выстилается листом рифленным и устанавливаются

продольные с фаскообразователем и поперечные вкладыши для натяжения прядей К7, К15 для изготовления преднапряженных дорожных плит (рис. 7, 8). В зависимости от результата инженерно-исследовательских работ и условий эксплуатации автодороги производится расчет толщины и состава дорожного покрытия – сегрегация бетонного раствора, уменьшаются затраты на эксплуатацию дороги, количество расхода арматуры на 1 м^2 дорожного покрытия, тип используемой арматуры для предварительного напряжения и постнапряжения, выдерживающей нагрузки более 30 т на ось.

Благодаря вибропрессованию достигается высокая плотность бетона без пустот. Одним из преимуществ технологии скоростного строительства дорог является возможность ее реализации при отрицательных температурах и атмосферных осадках. Постнапряжение исключает влияние температурных и усадочных процессов, когда стянутые плиты работают как одна система и нагрузки на одну плиту передаются на соседние плиты, увеличивая тем самым эксплуатационную нагрузку.

Положительный результат строительства цементобетонного покрытия с постнапряжением из предварительно напряженных пазогребневых плит оценят жители Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, где сложные грунты и суровый климат с коротким периодом теплого времени года (рис. 9). Свободное нахождение изолированных прядей арматуры внутри каналов плит обеспечивает линейное расширение и сжатие полотна дороги при температурном режиме от -60 до $+40^{\circ}\text{C}$. Данное технологическое решение обеспечивает отсутствие капитального ремонта более 25 лет.

По данным исследований, даже незначительное (порядка 10 кг/см) предварительное напряжение бетонных плит толщиной 12–20 см обеспечивает высокую эксплуатационную надежность дорожного полотна при интенсивном движении транспорта. При этом натяжение каждого стального каната составляет в среднем 50–300 кН, что обеспечивает повышенную несущую способность и эксплуатационные характеристики дорожного покрытия на слабых грунтах (рис. 10).

Производство плит целесообразно организовывать на ближайших к строительству заводах ЖБИ, выполнив модернизацию основных производственных фондов без их остановки или на быстро монтируемых универсальных технологических линиях, изготавливаемых ЗАО «Рекон». Также можно воспользоваться предложением, разработанным специально для малых городов.

ЗАО «Рекон» готово создать универсальное производство для малых городов или дооснастить уже работающий завод ЖБИ без его остановки оборудованием по выпуску дорожных предварительно

напряженных пазогребневых плит и иных сборных элементов для строительства цементобетонных дорог. Данное дорожное покрытие имеет прочность за счет равномерности нагрузки на основание и нижние слои, повышенный коэффициент износостойкости, в том числе при воздействии высокой и низкой температуры, высокий коэффициент сцепления обработанной поверхности и сокращение потребления электроэнергии за счет светоотражающего эффекта. Развитие данного направления строительства автодорог улучшит логистику в малых городах и в труднодоступных регионах России и будет способствовать развитию отечественного машиностроения.

Список литературы

1. Маилян Р.Л., Маилян Д.Р., Веселов Ю.А. Строительные конструкции. Ростов н/Д: Феникс, 2005. 880 с.
2. Бондаренко В. М., Суворкин Д. Г. Железобетонные и каменные конструкции. Москва: Высшая школа, 1987. 384 с.
3. Шембаков В.А. Возможности использования российской технологии сборно-монолитного каркаса для строительства в России качественного доступного жилья и дорог // *Строительные материалы*. 2017. № 3. С. 9–15.
4. Соколов Б.С., Зенин С.А. Анализ нормативной базы проектирования железобетонных конструкций // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-757-3-4-12>
5. Шембаков В.А. Сборно-монолитное каркасное домостроение. Чебоксары, 2013.
6. Николаев С.В. Инновационная замена КПД на панельно-монолитное домостроение (ПМД) // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>
7. Шапиро Г.И., Зенин С.А., Шарипов Р.Ш., Кудинов О.В. Нормирование в крупнопанельном домостроении: новый свод правил по проектированию крупнопанельных конструктивных систем // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 2. С. 10–15.
8. Шембаков В.А. Актуальная индустриальная технология изготовления ненапряженных и преднапряженных конструкций. Модернизация заводов КПД // *Жилищное строительство*. 2020. № 3. С. 30–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-3-30-35>
9. Калабин А.В., Куковякин А.Б. Массовая жилая застройка: проблемы и перспективы // *Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. 2017. № 3 (34). С. 55–60.
10. Павленко Д.В., Шмелев С.Е., Кузнецов Д.В., Сапронов Д.В., Фисенко С.С., Дамрина Н.В. Универсальная система сборного домостроения РБ-Юг – от идеи до воплощения на строительной площадке // *Строительные материалы*. 2019. № 3. С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10>

References

1. Mailyan R.L., Mailyan D.R., Veselov Yu.A. Stroitel'nye konstruksii [Building structures]. Rostov-on-Don: Feniks, 2005. 880 p.
2. Bondarenko V. M., Suvorkin D. G. Zhelezobetonnye i kamennye konstruksii [Reinforced concrete and stone structures]. Moscow: Vysshaya shkola. 1987. 384 p.
3. Shembakov V.A. Possibilities to use the russian technology of precast-monolithic frame for construction of qualitative affordable housing and roads in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 3, pp. 9–15. (In Russian).
4. Sokolov B.S., Zenin S.A. Analysis of the regulatory base for designing reinforced concrete structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 4–12. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-757-3-4-12>
5. Shembakov V.A. Sbornomonolitnoe karkasnoe domostroenie [Combined and monolithic frame housing construction]. Cheboksary, 2013.
6. Nikolaev S.V. Innovative Replacement of Large-Panel Housing Construction by Panel-Monolithic Housing Construction (PMHC). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 3–10. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>
7. Shapiro G.I., Zenin S.A., Sharipov R.Sh., Kudinov O.V. Rationing in large-panel housing construction: the new set of rules on design of large-panel constructive systems. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018. No. 2, pp. 10–15. (In Russian).
8. Shembakov V.A. Current industrial technology for manufacturing non-stressed and pre-stressed structures. Modernization of large-panel prefabrication plants. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 3, pp. 30–35. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-3-30-35>
9. Kalabin A.V., Kukovyakin A.B. Mass housing estate: problems and prospects. *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2017. No. 3 (34), pp. 55–60. (In Russian).
10. Pavlenko D.V., Shmelev S.E., Kuznetsov D.V., Sapronov D.V., Fisenko S.S., Damrina N.V. Universal system of prefabricated housing construction RB-South – from the idea to implementation on the construction site. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2019. No. 3, pp. 4–10. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10>

УДК 629.5.048.3

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-39-43>

Е.Г. МАЛЯВИНА, канд. техн. наук (email@list.ru),
О.Ю. МАЛИКОВА, канд. техн. наук (kryuchkovaou@mgsu.ru)

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Оценка точности и полноты климатической модели для расчетов энергопотребления установками кондиционирования воздуха

Точность оценки сезонного энергопотребления установками кондиционирования воздуха в помещениях зависит от принятой климатической модели в качестве исходной климатической информации. Оценка точности определения энергопотребления системой кондиционирования воздуха в Москве выполнялась расчетным путем. Были рассмотрены три варианта вероятностно-статистической модели: две модели, полученные по данным разных метеостанций – ВДНХ и МГУ для периода времени 1966–1980 гг., и третья – по данным МГУ для 1980–2010 гг. Результаты расчета энергопотребления установкой кондиционирования воздуха по данным различных метеостанций в одном населенном пункте, относящиеся к одному отрезку времени, практически совпадают. Результаты расчета энергопотребления установкой кондиционирования воздуха по данным, полученным на одной метеостанции в разные отрезки времени, отражают погодные особенности каждого отрезка. Кроме того, рассматривалась различная подробность вероятностно-статистической климатической модели, т. е. модели состояли из ячеек сочетаний температуры и относительной влажности с различным шагом: температура от 2 до 1°C; относительная влажность от 5 до 2,5%. Для расчетов безынерционного процесса обработки воздуха в аппаратах кондиционирования воздуха наиболее приемлема вероятностно-статистическая модель климата.

Ключевые слова: метеостанция, температура, относительная влажность, сочетание параметров наружного воздуха, повторяемость, вероятностно-статистическая модель, типовой год.

Для цитирования: Мальявина Е.Г., Маликова О.Ю. Оценка точности и полноты климатической модели для расчетов энергопотребления установками кондиционирования воздуха // *Жилищное строительство*. 2023. № 3. С. 39–43. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-39-43>

E.G. MALYAVINA, Candidate of Sciences (Engineering) (email@list.ru),
O. Yu. MALIKOVA, Candidate of Sciences (Engineering) ((kryuchkovaou@mgsu.ru)
National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Evaluation of the Accuracy and Completeness of the Climate Model for Calculating the Power Consumption by Air Conditioning Units

The accuracy of estimating seasonal power consumption by air conditioning units in rooms depends on the accepted climate model as the initial climate information. The estimation of the accuracy of determining the power consumption by the air conditioning system in Moscow was carried out by calculation. Three variants of the probabilistic-statistical model were considered: two models obtained from data of different weather stations according to different weather stations: VDNKh (Exhibition of Achievements of National Economy) and Moscow State University for the time period 1966–1980, and the third according to MSU data for years 1980–2010. The results of calculating the power consumption of the air conditioning unit according to the data of various weather stations in the same locality, relating to the same period, practically coincide. The results of calculating the power consumption by the air conditioning unit, according to the data obtained at one weather station during different periods, reflect the weather features of each segment. Moreover, various details of the probabilistic-statistical climate model were considered, so the models consisted of cells of combinations for temperature and relative humidity with different steps: temperature from 2°C to 1°C, relative humidity from 5% to 2.5%. The probabilistic-statistical climate model is the most acceptable for calculating the inertia-free process of air treatment in air conditioning units.

Keywords: weather station, temperature, relative humidity, combination of outdoor air parameters, repeatability, probabilistic-statistical model, “typical” year.

For citation: Malyavina E.G., Malikova O.Yu. Evaluation of the accuracy and completeness of the climate model for calculating the power consumption by air conditioning units. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 39–43. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-39-43>

Оценка энергопотребления системами поддержания теплового микроклимата в помещениях может опираться только на данные о вероятностном распределении во времени параметров наружного климата в районе строительства. Точность оценки сезонного энергопотребления установками кондиционирования воздуха в помещениях зависит от принятой климатической модели в качестве исходной климатической информации.

В ряде исследований отмечается, что повышение энергоэффективности даст высвобождение энергии для других промышленных и социальных нужд [1–3]. О важности точности модели говорится в [4]. Необходимость финансовой оценки инженерных решений, а не только энергетической, отмечается в [5]. Главное при этом – не забывать о первостепенной задаче – поддержании заданного микроклимата в помещении [6]. Расчет микроклимата помещений и энергозатрат на его поддержание в различной степени обеспечивается выбранной климатической моделью, предоставляющей исходные данные. Цель настоящей работы – выявление в климатических моделях полноты охвата метеорологических элементов и подробности описания их распределения во времени для получения точности оценки энергопотребления системами кондиционирования воздуха.

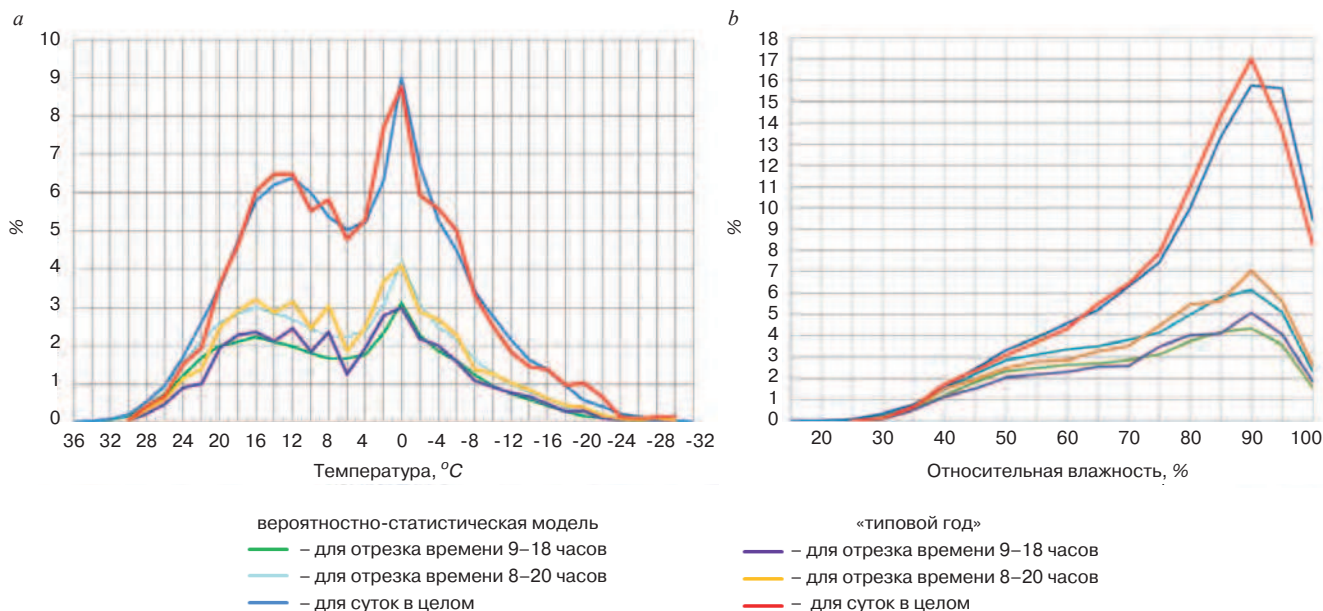
Важным аспектом климатической модели является ее соответствие рассчитываемым технологическим процессам. Поэтому для определенных расчетов могут требоваться различные модели. Специфика технологии энергопотребления состоит в наличии или отсутствии в ней процессов теплоустойчивости, т. е. зависимости от изменений параметров климата во времени. Для процессов, обладающих теплоустойчивостью, в настоящее время наиболее распространенной является модель климата в виде «типового года», представленная в европейском стандарте ISO 15927-4:2005. *Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data – Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling. – 2005.* Во многих странах мира в качестве исходной информации для оценки, как правило, экономических показателей зданий применяется климатическая модель «типовой год». Эта модель является универсальной. Она может быть использована и для расчетов процессов, происходящих во времени, например для расчета нестационарного теплового режима помещения, и для расчетов процессов, не зависящих от времени, например для расчета потребления энергии кондиционером при обработке приточного воздуха. Модель «типовой год» состоит из данных реальных месяцев разных реальных лет, но она содержит в себе только единственные для каждого месяца реализации [7].

Однако для определения годового энергопотребления системами кондиционирования воздуха, безынерционно обрабатывающими наружный воздух, наиболее информативна вероятностно-статистическая модель, представляющая собой таблицы с ячейками, содержащими повторяемость температуры и относительной влажности определенной градации [8]. Принципиальное отличие вероятностно-статистической модели от модели «типовой год» в том, что вероятностно-статистическая модель изначально предназначена для расчетов безынерционных процессов, в том числе для расчета потребления энергии аппаратами кондиционера при обработке приточного воздуха. Содержащиеся в ней данные о сочетании температуры и относительной влажности наружного воздуха приведены без привязки к времени суток, в которое они наблюдались, но относятся к определенному отрезку суток, который актуален для конкретной задачи. Вероятностно-статистическая модель аккумулирует в себе все сочетания тепловлажностных параметров за число лет, принятых к рассмотрению в рассматриваемый период времени суток. Как и каждая целенаправленная модель, вероятностно-статистическая приводит к более точным результатам, чем любая универсальная.

Для оценки энергопотребления системой кондиционирования воздуха важна полнота охвата возможных сочетаний температуры и относительной влажности воздуха и период времени, составивший основу модели.

Выполнено прямое сравнение повторяемостей температуры и относительной влажности наружного воздуха в двух моделях, построенных на одном и том же тридцатилетнем климатическом материале. При этом рассматривались две модели: содержащие данные о повторяемостях температуры и относительной влажности наружного воздуха в сутках в целом и в течение дня от 9 до 18 ч. С одной стороны, это сравнение показало, что «типовой год» довольно близко отражает картину изменения повторяемости температуры и относительной влажности в различных пределах градаций. Вместе с тем в отдельных градациях отклонения повторяемости температуры в «типовом году» от повторяемости в вероятностно-статистической модели достигают более 5–6 ч, а повторяемости относительной влажности в отдельной точке отличаются более чем на 6 ч [9] в среднем за год. На рисунке приведено это сравнение.

Авторы сравнили суммарные годовые доли времени наблюдения отдельных параметров наружного воздуха в течение трех летних месяцев в трех климатических моделях: в вероятностно-статистической модели [8], построенной на замерах на метеостанции ВДНХ; на замерах на метеостанции МГУ в те



Оценка повторяемости: а — температуры; б — относительной влажности наружного воздуха, %, в различные части суток с помощью двух климатических моделей

Assessment of the repeatability of temperature (a); relative humidity of outdoor air (b), %, by two climatic models for different parts of the day

же 1966–1980 гг.; построенной на замерах на метеостанции МГУ в 1980–2010 гг. Заметные расхождения наблюдаются между моделями, относящимися к периодам 1966–1980 и 1980–2010 гг. Эти расхождения объясняются более теплой погодой в 1980–2010 гг. Значения температуры в моделях, построенных по данным различных метеостанций, относящимся к одним и тем же годам, очень мало отличаются друг от друга.

Сравнение энергопотребления установками кондиционирования воздуха, обрабатывающими наружный воздух по схемам, со вторым подогревом и с байпасом и управляемым увлажнением и охлаждением приточного воздуха выполнено для помещения зрительного зала на климатологической информации вероятностно-статистической модели и модели «типового года». Сравнение показало, что применение климатической информации в виде вероятностно-статистической модели уточняет оценку среднегогодового электропотребления на 12–15%, а в некоторых случаях даже больше [10].

Подробность исходной климатической модели значительно влияет на оценку энергопотребления отдельными аппаратами системы кондиционирования воздуха. Дело в том, что исторически сначала в ГОСТ 16350–80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей» для небольшого числа городов СССР были представлены повторяемости сочетаний температуры и относительной влажности. При этом ячейки модели содержали температуру через 5°C, а относительную влажность через 5%. Позже

в диссертации О.Ю. Маликовой (О.Ю. Крючковой) «Разработка вероятностно-статистической модели климата для расчетов энергопотребления центральными системами кондиционирования воздуха» (2014 г., НИУ МГСУ) для Москвы была разработана вероятностно-статистическая модель с ячейками по температуре через 2°C, а по относительной влажности с той же частотой, что и раньше, — 5%. Несмотря на то что при такой подробности модели было доказано значительное повышение точности оценки энергопотребления установкой кондиционирования воздуха, в дальнейшем [9] была сделана проверка уточнения расчетов энергопотребления аппаратами кондиционирования воздуха при еще более подробной модели: по температуре была выполнена разбивка через 1°C, а по относительной влажности через 2,5%.

Оценка энергопотребления прямоточной системой кондиционирования воздуха со вторым подогревом на исходных климатических моделях при двух различных подробностях показала значительные расхождения результатов. Отличие затрат теплоты для Москвы находится в пределах 14–17,3%, а холода 29,8–38,9% при различном тепловлажностном отношении обработки воздуха в помещении. Меньшее относительное расхождение в оценках теплоты объясняется более продолжительным периодом нагрева приточного воздуха, чем охлаждения, и тем, что само годовое потребление теплоты выше, чем холода. Кроме того, на затраты теплоты влияет только температура наружного воздуха, а затраты холода зависят от сочетания температуры и влажности, точность за-

Оценка энергозатрат установкой кондиционирования воздуха, полученных на моделях климата разных лет
Estimation of energy consumption by the air conditioning system obtained for climate models from different years

Модель климата на основе данных МГУ	Расход теплоты, кВт·ч	Число часов потребления, ч	Расход воды, кг	Число часов потребления, ч	Расход холода, кВт·ч	Число часов потребления, ч
$\varepsilon = 5000$ кДж/кг						
1966–1980 гг.	13445,9	1075	1992	130,3	4950,7	297,9
1980–2010 гг.	15401,7	1141,3	1179,8	93,9	11225	443,2
$\varepsilon = 80000$ кДж/кг						
1966–1980 гг.	8363	888,6	3999,2	271,3	877,8	94
1980–2010 гг.	7765,1	873,8	2445	174,2	3433,2	228,2

дания которого влияет на оценку энергозатрат заметнее, чем точность задания одного параметра.

Выполнены расчеты потребления теплоты и холода установкой кондиционирования воздуха, работающей по схеме с первым подогревом и адиабатным процессом в блоке увлажнения, оборудованном обводом воздуха (байпасом) в холодный период года, и с управляемым процессом охлаждения в поверхностном воздухоохладителе в теплый период года, в дальнейшем – с байпасом. По результатам увлажнения воздуха и, следовательно, по затратам энергии эта система идентична ЦСКВ с управляемым процессом увлажнения воздуха. Для сравнения были рассчитаны затраты теплоты, воды и холода за три летних месяца.

Рассматривались помещения с тепловлажностным отношением изменения состояния воздуха в помещении, равным соответственно $\varepsilon=5000$ кДж/кг (т. е. с высокими влаговыделениями в помещении) и $\varepsilon=80000$ кДж/кг (т. е. преимущественно с теплопоступлениями). Расчеты предприняты для круглосуточной работы в течение лета без выходных: 1584 рабочих часа. В помещениях поддерживались оптимальные условия: температура внутреннего воздуха 20–25°C, относительная влажность ограничивалась диапазоном 30–60 %. Это подходит для помещения в соответствии с ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» 3-й категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды (театры и кинотеатры), и помещения 5-й категории: помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т. п.).

Расход наружного воздуха для всех установок принят одинаковым и равным 10000 кг/ч. Расчеты выполнялись для вариантов рабочей разности температуры внутреннего и приточного воздуха, равной 5°C. Температура холодной воды в воздухоохладителе 7–12°C.

Характеристики аппаратов обработки воздуха взяты из реальных проектов кондиционирования воздуха, в которых они определялись по расчетным па-

раметрам наружного воздуха для холодного и теплого периодов года.

В течение лета в зависимости от сочетаний температуры и относительной влажности наружного воздуха в установке работают различные аппараты.

Расхождения в оценке энергопотребления установкой кондиционирования воздуха при использовании для расчетов исходной климатической информации разных лет приведены в таблице.

Из таблицы видно, что из-за более теплой погоды в более поздние годы затраты холода в 1980–2010 гг. значительно больше, чем в 1966–1980 гг. В то же время воды на увлажнение воздуха требуется меньше, так как в 1980–2010 гг. наблюдалась более влажная погода. Более теплая погода приводит к меньшей потребности в теплоте при более сухих технологических процессах в помещении и к большей потребности при влажных (с меньшим тепловлажностным отношением обработки воздуха в помещении).

Выводы

С расчетами энергопотребления системой кондиционирования воздуха в качестве исходной климатической информации хорошо согласуется вероятностно-статистическая модель климата, которая соответствует безынерционному процессу обработки воздуха в аппаратах установки. Она охватывает все имевшие место сочетания температуры и относительной влажности наружного воздуха за принятый к рассмотрению период лет и может быть составлена для отрезка времени суток, совпадающего по времени с рабочим днем установки. Применение вероятностно-статистической модели уточняет оценку среднегоголетнего электропотребления по сравнению с моделью «типовой год» на 12–15% и даже больше.

Большая подробность модели значительно повышает точность определения сезонных энергозатрат установкой кондиционирования воздуха. Уточнение оценки затрат теплоты находится в пределах 14–17,3%, а холода – 29,8–38,9% при различном тепловлажностном отношении обработки воздуха в помещении, если уменьшить шаг ячеек по температуре от 2 до 1°C, а относительной влажности от 5 до 2,5%.

Результаты расчета энергопотребления установкой кондиционирования воздуха по данным различных метеостанций в одном населенном пункте практически совпадают.

Результаты расчета энергопотребления установкой кондиционирования воздуха по данным одной метеостанции в разные отрезки времени отражают погодные особенности каждого отрезка.

Список литературы

1. Самарин О.Д., Лушин К.И. Оценка влияния изменения климата на энергопотребление систем обеспечения микроклимата зданий // *Жилищное строительство*. 2020. № 1–2. С. 21–24. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-21-24>
2. Дюрменова С.С., Махов А.Ю. Пути повышения энергоэффективности в зданиях // *Молодой ученый*. 2020. № 31 (321). С. 18–21.
3. Есипёнок А.Ю., Сеннова О.Н., Федоров А.В. Энергоэффективность – главный шаг к устойчивому климату. СПб.: РСоЭС, 2021. 40 с.
4. Nishtha Agrawal, Bhupendra Bahadur Singh, Vivek Kumar Pandey. Fidelity of Regional Climate Model v4.6 in capturing seasonal and subseasonal variability of Indian summer monsoon // *Dynamics of Atmospheres and Oceans*. V. 94. 2021, 101203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2021.101203>
5. Лысёв В.И., Коцюлим Н.Н., Кучанский В.А. Расчет энергопотребления для отопления и охлаждения зданий // *Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Холодильная техника и кондиционирование*. 2018. № 1. С. 3–12.
6. Уляшева В.М., Михайлова Д.Г. Численное исследование микроклимата ресторана с использованием VRF-системы // *Вестник гражданских инженеров*. 2021. № 2 (85). С. 150–157.
7. Малявина Е.Г., Иванов Д.С. Разработка расчетного типового года для определения теплотерь заглубленных в грунт частей здания // *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова*. 2014. Вып. 571. С. 182–191.
8. Малявина Е.Г., Крючкова О.Ю. Вероятностно-статистическая климатическая модель для расчетов энергопотребления системами кондиционирования воздуха // *Вестник МГСУ*. 2011. № 3. Т. 1. С. 389–394.
9. Malyavina E.G., Malikova O.Yu. Comparison of the completeness of the climate probability-statistic model and the reference year model. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 365. 022009. DOI: 10.1088/1757-899X/365/2/022009
10. Малявина Е.Г., Крючкова О.Ю., Козлов В.В. Сравнение моделей климата для расчетов энергопотребления центральными системами кондиционирования воздуха // *Жилищное строительство*. 2014. № 6. С. 24–26.

References

1. Samarin O.D., Lushin K.I. Assessment of the impact of climate change on the energy consumption for building microclimate systems. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 1–2, pp. 21–24. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-1-2-21-24>
2. Dyrmenova S.S., Makhov A.Yu. Ways to improve energy efficiency in buildings. *Molodoi ychenyi*. 2020. No. 31 (321), pp. 18–21. (In Russian).
3. Esipenok A.Yu., Senova O.N., Fedorov A.V. Energoeffektivnost' – glavnyi shag k ustoichivomu klimatu [Energy efficiency is the main step towards a sustainable climate]. Saint-Peterburg: RSoES. 2021. 40 p. (In Russian).
4. Nishtha Agrawal, Bhupendra Bahadur Singh, Vivek Kumar Pandey. Fidelity of Regional Climate Model v4.6 in capturing seasonal and subseasonal variability of Indian summer monsoon. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*. V. 94. 2021, 101203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2021.101203>
5. Lysèv V.I., Kotsyulim N.N., Kuchanskii V.A. Calculation of energy consumption for heating and cooling of buildings. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya Kholodil'naya tekhnika i konditsionirovanie*. 2018. No. 1, pp. 3–12. (In Russian).
6. Ulyasheva V.M., Mikhailova D.G. Numerical study of the microclimate of restaurant hall using a VRF system. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2021. No. 2 (85), pp. 150–157. (In Russian).
7. Malyavina E.G., Ivanov D.S. Development for the calculation of the standard year for determining the heat loss from the parts of the building buried in the ground. *Trudy Glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A.I. Voeikova*. 2014. Iss. 571, pp. 182–191. (In Russian).
8. Malyavina E.G., Kryuchkova O.Yu. Probabilistic-statistical climate model for calculations of energy consumption by air conditioning systems. *Vestnik MGSU*. 2011. No. 3. Vol. 1, pp. 389–394. (In Russian).
9. Malyavina E.G., Malikova O.Yu. Comparison of the completeness of the climate probability-statistic model and the reference year model. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 365. 022009. DOI: 10.1088/1757-899X/365/2/022009
10. Malyavina E.G., Kryuchkova O.Yu., Kozlov V.V. Comparison of climate models for calculations of energy consumption by central air conditioning systems. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 6, pp. 24–26. (In Russian).

УДК 691.328.4

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-44-49>А.В. ГРАНОВСКИЙ, канд. техн. наук (arcgran@list.ru),
Б.К. ДЖАМУЕВ, канд. техн. наук (dbk-07@mail.ru)Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Влияние арматурной композитной сетки на прочность стен из ячеисто-бетонных блоков при действии статических и динамических нагрузок

Представлены результаты экспериментальных исследований прочности кладки стен из ячеисто-бетонных блоков при различных силовых воздействиях. Отмечается, что использование стен из ячеистых бетонных блоков плотностью D400–D600 в сейсмических районах позволяет значительно снизить величину сейсмической нагрузки на сооружение. Исследовано поведение каменной кладки под действием нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия, с учетом ее армирования композитными материалами на основе полимера, армированного углеродным волокном (углепластик), и полимера, армированного базальтовым волокном BFRP. Представлены данные по испытаниям на виброплатформе полноразмерных образцов стен с учетом внешнего армирования углепластиковыми лентами. Выявлено повышение сейсмостойкости армированных конструкций за счет использования композитных материалов. Показан характер разрушения стеновых панелей, армированных и не армированных композитными полотнами. По результатам испытаний фрагментов стен из ячеисто-бетонных блоков с использованием армирующей композитной сетки на основе базальтового волокна был отмечен эффект от ее использования при осевом растяжении кладки. Использование композитной сетки с ячейкой 25×25 мм на основе базальтового волокна позволило увеличить прочность кладки при разрыве по поперечному сечению на 28%.

Ключевые слова: блоки из ячеистого бетона, композиционные материалы, сейсмостойкость, испытания на перекос и растяжение кладки.

Для цитирования: Грановский А.В., Джамуев Б.К. Влияние арматурной композитной сетки на прочность стен из ячеисто-бетонных блоков при действии статических и динамических нагрузок // *Жилищное строительство*. 2023. № 3. С. 44–49. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-44-49>

A.V. GRANOVSKIY, Candidate of Sciences (Engineering) (arcgran@list.ru),

B.K. DZHAMUEV, Candidate of Sciences (Engineering) (dbk-07@mail.ru)

National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Influence of Reinforcing Composite Mesh on the Strength of Walls Made of Cellular Concrete Blocks under the Action of Static and Dynamic Loads

The results of experimental studies of the strength of masonry walls made of cellular concrete blocks under various force influences are presented. It is noted that the use of walls made of cellular concrete blocks with a density of D400–D600 in seismic areas can significantly reduce the magnitude of the seismic load on the structure. The behavior of masonry under the action of loads simulating seismic actions was studied, taking into account its reinforcement with composite materials based on carbon fiber reinforced polymer (CFRP) and basalt fiber reinforced polymer (BFRP). Data on test of full-size wall samples on the vibration platform, taking into account external reinforcement with carbon fiber tapes, are presented. An increase in the seismic resistance of reinforced structures due to the use of composite materials has been revealed. The nature of the destruction of wall panels reinforced and non-reinforced with composite canvases is shown. According to the results of tests of fragments of walls made of cellular concrete blocks using reinforcement composite mesh based on basalt fiber, the effect of its use in axial stretching of masonry was noted. The use of a composite mesh with a 25×25 mm cell based on basalt fiber made it possible to increase the tensile strength of the masonry across the cross section by 28%.

Keywords: cellular concrete blocks, composite materials, earthquake resistance, tests for skewing and stretching of masonry.

For citation: Granovskiy A.V., Dzhamuev B.K. Influence of reinforcement composite mesh on the strength of walls made of cellular concrete blocks under the action of static and dynamic loads. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 44–49. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-44-49>

Проблема обеспечения комфортного уровня труда и проживания человека в производственных и жилых помещениях зданий связана со значительным расходом энергетических ресурсов, потребление которых напрямую не зависит от их добычи и производства.

Если соответствующие меры не будут приняты, зависимость Европы от внешних поставок энергоресурсов, а России – от производства энергии возрастет к 2030 г. на 65–70% по отношению к началу XXI в. В связи с этим был принят документ ЕС – Klimatschutzpaket 20-20-20 о возможности снижения затрат на энергию в ЕС, который поставил цель снизить потребление энергии на 20% по сравнению с 1990 г. Согласно российским и европейским источникам 40% общего потребления первичной энергии идет на содержание зданий, из которых 75–80% приходится на обогрев зимой и охлаждение летом жилых и административных зданий.

Для повышения энергоэффективности зданий в Европе разработан документ – Европейская директива по энергоэффективности зданий EPBD (Energy Performance of Buildings Directive). В период с 06.07.2010 по 31.12.2020 г. государства – члены ЕС должны выполнить условие, чтобы все строящиеся здания вырабатывали столько энергии, сколько потребляют. Цель этого шага – разработка домов с нулевым потреблением энергии. Аналогичная задача стоит перед российской строительной отраслью.

Одним из основных способов снижения теплопотерь через ограждающие конструкции является применение современных стеновых материалов из ячеистого бетона и таумалита с пониженными характеристиками теплопроводности [1–3]. По данным компании YTONG, за период с 1950 по 2015 г. коэффициент теплопроводности автоклавных газобетонных блоков снизился с 0,21 до 0,07 Вт/(м·°С).

Несмотря на преимущества блочных стен из ячеистого бетона перед стенами из кирпича, недостатком этого типа материалов является их низкая прочность при сжатии и действие сил сдвига [4–8]. Этот фактор сдерживает использование блоков из ячеистого бетона в сейсмоопасных регионах. В связи с этим в Научном центре НИУ МГСУ проведены комплексные исследования прочности кладки стен из блоков ячеистого бетона при действии сейсмических нагрузок с использованием специальных клеевых растворов и композиционных материалов.

Это должно было увеличить сцепление блоков друг с другом и прочность кладки при действии сжимающих и растягивающих нагрузок на стены при землетрясении.

Как показали зарубежные исследования, при выполнении требований норм кладки стен зданий, воз-

водимых в сейсмоопасных районах, и соблюдении специальных мероприятий по сейсмозащите сейсмостойкость стен из ячеисто-бетонных блоков может быть вполне достаточной для различной силы землетрясений. По данным [1, 2], в Японии с 1970 по 1979 г. построено более 15 300 малоэтажных жилых домов из ячеистого бетона. Обследования этих зданий, проведенные в 1980 г., подтвердили их более высокую надежность при землетрясениях по сравнению с домами из блоков из других каменных материалов.

Обследования зданий из мелкоштучного кирпича и каменных материалов [3–7] показали, что типичными повреждениями кирпичных зданий при землетрясениях являются:

- диагональные и поперечные трещины в простенках, перемычках, а также на сплошных участках стен;
- разделение продольных и поперечных стен и возникновение вертикальных трещин в местах их примыкания;
- горизонтальные трещины в простенках на уровне перемычек и подоконников.

Экспериментальная установка и реализация теста

Экспериментальные исследования состояли из трех этапов. На первом этапе исследованы фрагменты стен на предмет деформаций (рис. 1) с различными вариантами армирования с использованием углеволокнистых тканей марки MBrace FIB 230/4900.200г/5100 м, приклеенных к фрагментам кладки стен специальными клеями. На втором этапе были проведены сейсмические испытания стеновых панелей из ячеистых газобетонных блоков в натуральную величину. Испытания проводились на сейсмоплатформе.

На первом этапе испытаны четыре серии образцов стен с углепластиковым армированием и без армирования (класс бетона В3,5, плотность D500):

- I серия – эталонные образцы фрагментов каменной кладки без наклейки углепластика (рис. 2);
- II серия – фрагменты стен из блоков ячеистого бетона с односторонним армированием объемными волокнами углепластика (рис. 3, а);
- III серия – фрагменты стен из блоков ячеистого бетона с двусторонним армированием тремя полотнами углепластика (рис. 3, б);
- IV серия – фрагменты стен из блоков ячеистого бетона с двусторонним армированием одним полотном углепластика (рис. 4).

На втором этапе испытаны на воздействие сейсмической нагрузки две серии газобетонных блоков в натуральную величину. Образец I серии представляет собой панель из газобетонных блоков без арми-

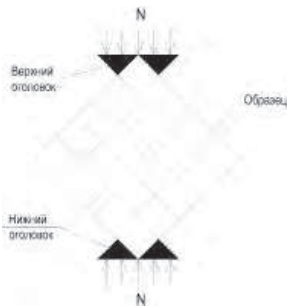


Рис. 1. Схема испытания опытных образцов на перекося
Fig. 1. Scheme of testing prototypes for skew

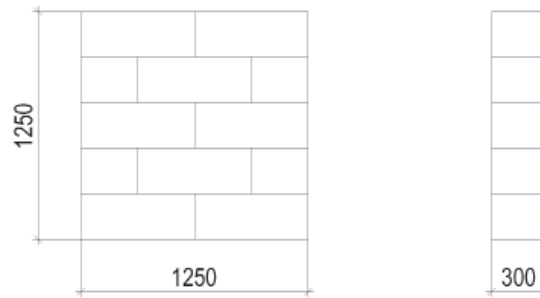


Рис. 2. Эталонные образцы
Fig. 2. Reference samples

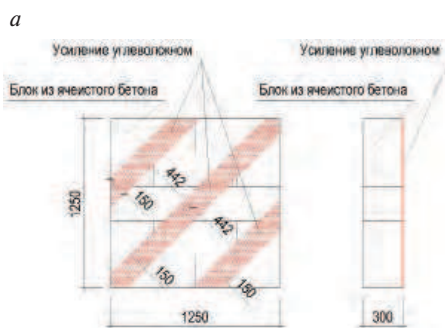


Рис. 3. Образцы II (a) и III (b) серий
Fig. 3. Samples of II (a) and III (b) series

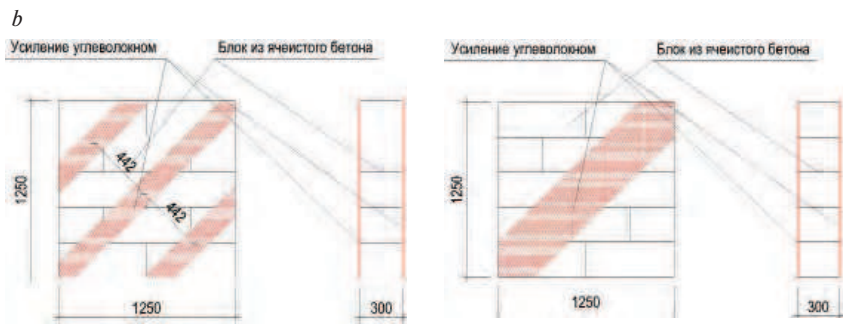


Рис. 4. Образцы IV серии
Fig. 4. Samples of IV series

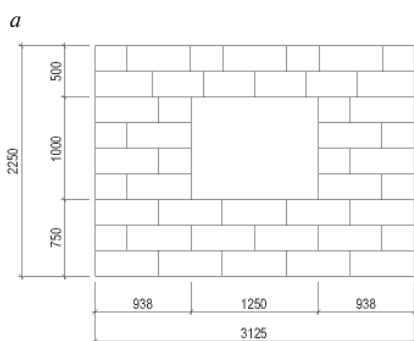


Рис. 5. Образцы I (a) и II (b) серий
Fig. 5. Samples of the I (a) and II (b) series

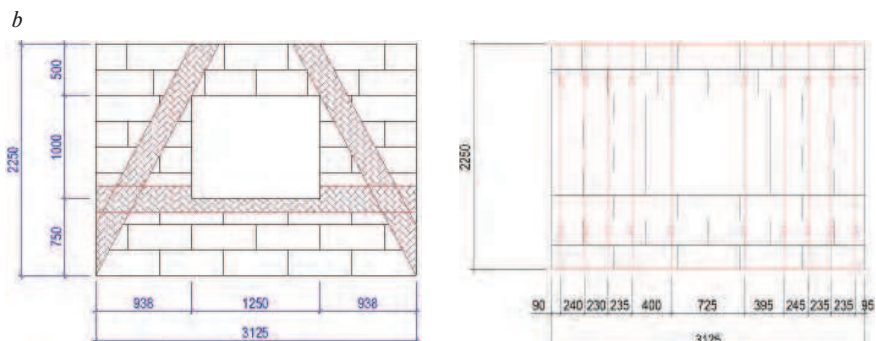


Рис. 6. Устройство для создания вертикальной сжимающей нагрузки
Fig. 6. Device for creating a vertical compressive load

рования углепластиком (рис. 5, a). Образец II серии представляет панель из газобетонных блоков с двусторонним армированием углепластиковыми лентами (рис. 5, b). Ширина лент составляла 300 мм.

С помощью специальных домкратов усилием 100 кН и вертикальных прядей на всех этапах испытаний создавалась сжимающая нагрузка образца (рис. 6). На начальном этапе динамических испытаний статическая вертикальная нагрузка на образец составляла $q=1,2$ МПа. За счет силы инерции, развиваемой вибромашинной (рис. 7), обеспечивался заданный частотный спектр ударов и определенный уровень амплитуды колебаний платформы. Макси-

мальная амплитуда колебаний платформы составила 43,8 мм. На рис. 8 показана виброплатформа с установленным образцом I серии.

В процессе динамических испытаний после прохождения цикла нагружения, соответствующего ускорениям 1, 2 и 4 m/s^2 , образцы разгружались на величину $q_i=0,4$ МПа. В ходе испытаний были выполнены три режима нагружения прототипов.

Режим нагружения при динамическом воздействии был выбран исходя из следующих основных условий:

- период колебаний грунтового основания в зависимости от расстояния до эпицентра землетрясения



Рис. 7. Виброплатформа
Fig. 7. Vibration platform

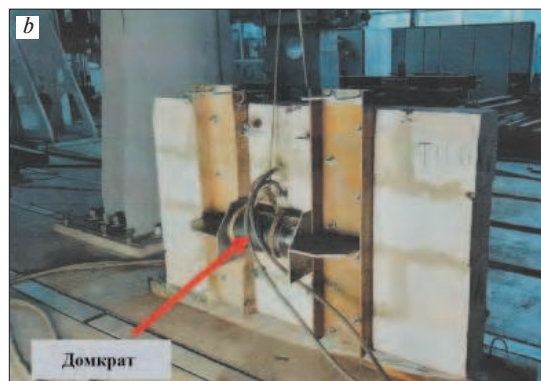
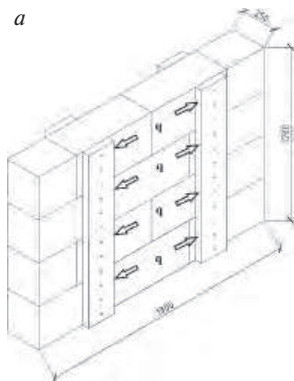


Рис. 9. Схема нагружения (а) и общий вид (b) образца
Fig. 9. Loading diagram (a) and general view (b) of the sample



Рис. 8. Образцы 1 серии на виброплатформе
Fig. 8. Samples of the 1 series on the vibration platform

Результаты испытаний опытных образцов на перекос
Test results of prototypes for skew

№ серии	№ образца	Схема усиления	Значение разрушающей нагрузки $N_{разр}$, кН	Предел прочности кладки при срезе $R_{срез}$, МПа	Среднее значение $R_{срез(ср)}$, МПа	Относительная прочность, %
I	1	Без усиления	200	0,76	0,59	100
	2		132	0,5		
	3		157,1	0,6		
	4		133	0,51		
II	1	3 холста с одной стороны	171,4	0,65	0,66	111
	2		173	0,66		
	3		174	0,66		
III	1	3 холста с двух сторон	285,7	1,09	1,09	185
	2		285,7	1,09		
	3		283,4	1,08		
IV	1	1 холст с двух сторон	200	0,76	0,79	134
	2		214,3	0,82		
	3		204,7	0,78		

колеблется от 0,1 до 1,5 с [8] при продолжительности колебательного процесса 10–50 с. При испытаниях продолжительность динамического воздействия на конструкцию на каждом этапе нагружения составляла 40–50 с;

– наиболее опасный для существующих зданий частотный диапазон вибраций находится в диапазоне от 3 до 10 Гц. Частотный диапазон колебаний платформы варьировался от 1 до 9,9 Гц, число циклов колебаний составляло 200–500.

На третьем этапе исследований были проведены испытания на нагрузку, имитирующую температурные воздействия. Экспериментальный образец блоков из ячеистого бетона с армированием и без армирования композитной сеткой на основе базальтового волокна имел размеры 1815×1220×250 мм. На рис. 9 представлена схема испытаний и общий вид образца во время испытаний. Толщина растворного шва кладки 3 мм.

Были испытаны два образца:

– контрольный образец без армирования композитной сеткой;

– образец, армированный базальтовой сеткой с ячейкой 25×25 мм в каждом ряду.

Фрагменты стены испытывали с помощью силовой установки, включающей два домкрата мощностью по 1000 кН каждый. Нагрузка от домкратов передавалась на распределительные балки от двух швеллеров № 27 (рис. 9, b). Деформации кладки измеряли электронными индикаторами часового типа с точностью до 0,001 мм.

Анализ результатов испытаний

1-й этап. Анализ результатов испытаний на перекос образцов фрагментов кладки стен из блоков ячеистого бетона, армированных углепластиковыми лентами (таблица), позволяет отметить следующее.

1. Значения поперечных деформаций растяжения в образцах II серии в 1,3–1,5 раза меньше, чем в неармированных образцах I серии.

2. В образцах, армированных с двух сторон (III серия), поперечные деформации в 1,6–1,7 раза меньше, чем в образцах I серии.

3. При армировании образцов углепластиковыми лентами с одной стороны образца поперечные де-



Рис. 10. Общий вид образцов III серии до (a) и после (b) испытаний
Fig. 10. General view of the samples of the III series before (a) and after (b) tests

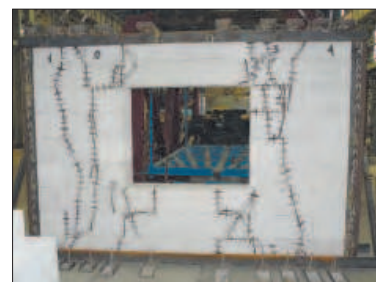


Рис. 11. Характер разрушения неармированной панели из блоков ячеистого бетона при динамических испытаниях

Fig. 11. The nature of the destruction of an unreinforced panel of cellular concrete blocks during dynamic tests



Рис. 12. Общий вид образцов, армированных лентами из углепластика, после испытаний
Fig. 12. General view, reinforced with carbon fiber tapes, after testing



Рис. 13. Характер разрушения армированного образца при растяжении
Fig. 13. The nature of the destruction of the reinforced sample during stretching

формации растяжения уменьшились в 1,3 раза по сравнению с неармированными образцами.

4. Разрушение испытуемого образца (рис. 10) носило хрупкий характер. Момент появления 1-й трещины соответствовал нагрузке, равной 90% разрушающей нагрузки.

5. Применение армирования углепластиком позволило повысить несущую способность образцов при перекосе по сравнению с неармированными образцами:

- на 11% за счет армирования тремя лентами углепластика с одной стороны образца;
- на 85% за счет армирования тремя лентами углепластика с обеих сторон образца;

– на 34% за счет армирования одной лентой из углепластика с обеих сторон образца.

2-й этап. В процессе динамических испытаний неармированного образца стеновой панели с проемом частотный спектр динамического воздействия варьировался в диапазоне от 1,4 до 6,2 Гц. Амплитуда колебаний платформы в горизонтальной плоскости варьировалась от 1 до 13,8 мм, в вертикальной плоскости – от 0,1 до 9,5 мм. Величина горизонтального ускорения изменялась от 0,08 до 6,5 м/с², в вертикальной плоскости – от 0,04 до 3,19 м/с². Полученный спектр ускорений соответствовал землетрясениям от 4 до 9,8 баллов по шкале MSK-64. При сжимающей нагрузке образца $0,8R_b$ повреждений в кладке не об-

наружено. После снижения уровня сжатия образца до $0,4R_b$ появились вертикальные трещины с раскрытием горизонтальных швов (рис. 11).

При динамических испытаниях образца, армированного углепластиком, трещин в блоках и швах при сжимающих напряжениях $0,4R_b$ не обнаружено. После снижения сжимающей нагрузки до $0,2R_b$ зафиксировано появление трещин в блоках над мостом. Некоторые ленты углепластика отклеились от бетона, но стена не рухнула. Величина горизонтального ускорения виброплатформы варьировалась от 1 до $15,5 \text{ м/с}^2$, в вертикальной плоскости – от 0,2 до $4,1 \text{ м/с}^2$. На частоте 7,6 Гц и амплитуде 2,1 мм возник резонанс. Однако трещин и повреждений в кладке обнаружено не было (рис. 12).

3-й этап. Сравнение результатов испытаний неармированных и армированных базальтовым волокном CFRP образцов на растяжение по сечению стены (испытания имитировали температурные воздействия) позволяет отметить следующее.

1. Разрушение неармированного образца при растяжении произошло при нагрузке от домкратов, равной 35 кН. Армированный образец разрушился при нагрузке 45 кН.

2. При разрушении образовалась вертикальная трещина по всей высоте прототипа (рис. 13, а). При испытаниях в армированном образце композитная сетка разорвалась по всей высоте образца (рис. 13, б).

3. Сравнение результатов испытаний на растяжение неармированного и армированного образцов показало, что разрушение армированного образца произошло при нагрузке на 28% выше, чем у неармированного образца.

Выводы

1. Применение композиционных материалов CFRP для усиления несущих стеновых конструкций из блоков ячеистого бетона позволяет применять их в сейсмоопасных районах с землетрясениями от 7 до 9 баллов по шкале MSK-64.

2. Кладка, армированная углепластиковыми композитными лентами, при действии сдвигающих сейсмических нагрузок позволяет повысить прочность в зависимости от конструктивного решения армирования на 10–85% по сравнению с неармированными образцами.

3. Использование углепластиковой композитной сетки для армирования кладки стен из ячеисто-бетонных блоков повышает ее прочность при действии растягивающих усилий (моделирование температурных воздействий) более чем на 25% по сравнению с неармированной кладкой.

Список литературы

1. Трамбовецкий В.П. Об использовании ячеистых бетонов в сейсмостойком строительстве // *Бетон и железобетон*. 1980. № 9. С. 46–48.
2. Трамбовецкий В.П. Ячеистый бетон за рубежом // *Бетон и железобетон*. 1988. № 7. С. 20–21.
3. Денис М. Уроки мексиканского землетрясения 1985 г. // *Канадский журнал гражданского строительства*. 1986. Т. 13. № 5. С. 535–557.
4. Поляков С.В., Сафаргалиев С.М. Сейсмостойкость зданий с несущими кирпичными стенами. Алма-Ата: Казахстан, 1988. 188 с.
5. Штейнбругге К., Моран Д. Инженерный анализ последствий землетрясений 1952 г. в Южной Калифорнии. М.: Госстройиздат, 1957. 270 с.
6. Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений. М.: Стройиздат, 1978. 311 с.
7. Уильямс Д., Скрибнер Дж. К. Реакция стен жесткости из армированной кладки на статическую и динамическую циклическую нагрузку: *Материалы 5 WCEE*. Рим, 1973.
8. Корчинский И.Л. Сейсмостойкое строительство зданий. М.: Высшая школа, 1971. 320 с.

References

1. Trambovetsky V.P. On the use of cellular concrete in seismic construction. *Beton i zhelezobeton*. 1980. No. 9, pp. 46–48.
2. Trambovetskiy V.P. Cellular concrete abroad. *Beton i zhelezobeton*. 1988. No. 7, pp. 20–21.
3. Denis M. Lessons from the 1985 Mexican earthquake. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 1986. Vol. 13. No. 5, pp. 535–557.
4. Polyakov S.V., Safargaliev S.M. Seismostoikost' zdaniy s nesushchimi kirpichnymi stenami [Earthquake resistance of buildings with load-bearing brick walls]. Alma-Ata: Kazakhstan. 1988. 188 p.
5. Steinbrugge K., Moran D. Inzhenernyi analiz posledstviy zemletryaseni 1952 g. v Yuzhnoi Kalifornii [Engineering analysis of the consequences of the 1952 earthquakes in Southern California]. Moscow: Gosstroyizdat. 1957. 270 p.
6. Polyakov S.V. Posledstviya sil'nykh zemletryaseni [Consequences of strong earthquakes]. Moscow: Stroyizdat. 1978. 311 p.
7. Williams D., Scribener J.C. Response of reinforced masonry shear walls to static and dynamic cyclic loading. *Proceedings of the 5 WCEE*. Rome. 1973.
8. Korchinsky I.L. [Seismostoikoe stroitel'stvo zdaniy] Earthquake-resistant construction of buildings. Moscow: Vysshaya shkola. 1971. 320 p.

УДК 699.841

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-50-61>

В.В. ГУРЬЕВ¹, д-р техн. наук, руководитель Управления сейсмической безопасности и снижения риска бедствий (89150902767@mail.ru); В.М. ДОРОФЕЕВ², канд. физ.-мат. наук, научный руководитель (vmd2021@yadex.ru); Р.Т. АКБИЕВ¹, канд. техн. наук, руководитель Департамента комплексной градостроительной безопасности (akbi.rust@gmail.com); В.И. БУЛЫКИН³, главный специалист самостоятельного структурного подразделения «Региональные проекты» (vi.bulykin@fondrt.ru)

¹ Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России») (19991, г. Москва, пр. Вернадского, 29)

² Специализированное научно-техническое предприятие «ПРОФИНЖ» (СНТП «ПРОФИНЖ») (107150, г. Москва, ул. Бойцовая, 22, стр. 3)

³ Публично-правовая компания «Фонд развития территорий» (ППК «Фонд развития территорий») (115088, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 5)

О критериях дефицита сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда на сейсмически активных территориях

Статья посвящена вопросам, связанным с предупреждением последствий природных и техногенных воздействий на объекты жилищного фонда Российской Федерации, расположенные в сейсмически активных регионах. Рассматриваются подходы оценки дефицита сейсмостойкости объектов на основе использования двух цифровых баз: сейсмологической с информацией о сейсмической опасности территории с записями параметров колебаний грунтов и инженерно-сейсмометрической с информацией о классах сейсмостойкости зданий и сооружений с записями динамических параметров конструкций на основе автоматизированного мониторинга, обеспечивающего прогноз последствий природных и техногенных воздействий на строительные объекты. Рассмотрены особенности жилищного фонда на сейсмоопасных территориях, включая его структуру, и проблемы оценки дефицита сейсмостойкости строительных объектов; приведен результат анализа информации, полученной от субъектов Российской Федерации, расположенных в сейсмически активных регионах; указаны выявленные системные проблемы, касающиеся определения дефицита сейсмостойкости многоквартирных домов. Предложена технология оценки и контроля механической безопасности при эксплуатации зданий и сооружений, основанная на цифровизации процессов регистрации внешних воздействий и откликов конструкций на эти воздействия, прогноза изменения сейсмостойкости зданий, их учета, паспортизации и усиления. Даны предложения по обеспечению сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда, расположенного в сейсмически активных районах, и минимизации негативных последствий сейсмических воздействий.

Ключевые слова: землетрясение, жилищный фонд, сейсмостойкость, дефицит сейсмостойкости, класс сейсмостойкости, прогноз последствий, сейсмологические параметры, динамические параметры, конструкции, строительные объекты, цифровая база, автоматизированный мониторинг, инфологическая модель.

Для цитирования: Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Акбиев Р.Т., Булыкин В.И. О критериях дефицита сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда на сейсмически активных территориях // Жилищное строительство. 2023. № 3. С. 50–61. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-50-61>

V.V. GURIEV¹, Doctor of Sciences (Engineering), Head of the Department of Seismic Safety and Disaster Risk Reduction, (89150902767@mail.ru)
V.M. DOROFEEV², Candidate of Sciences ((Physics and Mathematics), Scientific Supervisor (vmd2021@yadex.ru)

R.T. AKBIEV¹, Candidate of Sciences (Engineering), Head of the Department of Comprehensive Urban Planning Safety, (akbi.rust@gmail.com)
V.I. BULYKIN³, Chief Specialist of the Independent Structural Unit "Regional projects" (vi.bulykin@fondrt.ru)

¹ Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation (29, Vernadskogo Avenue, Moscow, 119991, Russian Federation)

² Specialized scientific and technical enterprise "PROFINZH" (SSTE PROFINZH") (22, bldg. 3, Boytsovaya Street, Moscow, 107150, Russian Federation)

³ Public Law Company "Territory Development Fund" (PLC "Territory Development Fund") (5, Sharikopodshipnikovskaya Street, Moscow, 107150, Russian Federation)

On the Criteria for the Deficiency of Seismic Resistance During the Operation of Housing Facilities in Seismically Active Territories

The article is devoted to issues related to the prevention of the consequences of natural and man-made impacts on the housing stock of the Russian Federation located in seismically active regions. Approaches for assessing the deficit of seismic resistance of objects based on the use of two digital databases are con-

sidered: seismological with information about the seismic hazard of the territory with records of ground vibration parameters and engineering seismometric with information about seismic resistance classes of buildings and structures with records of dynamic parameters of structures based on automated monitoring that provides a prediction of the consequences of natural and technogenic impacts on construction objects. The features of the housing stock in seismically active areas, including its structure, and the problems of assessing the deficit of seismic resistance of construction objects are considered, the result of the analysis of information received from the constituent entities of the Russian Federation located in seismically active regions is given, the identified systemic problems related to determining the deficit of seismic resistance of apartment buildings are indicated. A technology for assessing and monitoring mechanical safety during the operation of buildings and structures based on the digitalization of the processes of registering external influences and responses of structures to these influences, predicting changes in the seismic resistance of buildings, their accounting, certification and strengthening, is proposed. Proposals are made to ensure earthquake resistance during the operation of housing stock facilities located in seismically active areas and to minimize the negative consequences of seismic impacts.

Keywords: earthquake, housing stock, seismic resistance, seismic resistance deficiency, seismic resistance class, consequences forecast, seismological parameters, dynamic parameters, structures, building objects, digital database, automated monitoring, infological model.

For citation: Guriev V.V., Dorofeev V.M., Akbiev R.T., Bulykin V.I. On the criteria for the deficiency of seismic resistance during the operation of housing facilities in seismically active territories. *Zhiliishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 50–61. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-50-61>

Одной из важнейших градостроительных задач, определенных Стратегией пространственного развития Российской Федерации до 2025 г., является предупреждение последствий природных и техногенных воздействий для обеспечения устойчивого развития застроенных территорий. Более 45% территорий страны относятся к территориям с особыми природными и техногенными условиями: районы вечной мерзлоты (Восточная Сибирь, Забайкалье, Архангельская, Мурманская обл.); подрабатываемые территории (Алтае-Енисейский регион, Кузбасс, Забайкалье, Дальний Восток и др.); оползневые зоны, места распространения селей и лавин (Алтае-Саянский регион, Северный Кавказ, Крым и пр.), подтапливаемые регионы (субъекты РФ в Дальневосточном, Сибирском, Поволжском, Центральном, Южном ФО). Характерно, что свыше 25% указанных территорий – это зоны с повышенной сейсмической активностью, на которых расположены 29 субъектов Российской Федерации (27 субъектов, указанных в Перечне субъектов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах Российской Федерации, утвержденном постановлением Правительства РФ от 30.12.2017 № 1710, а также Республика Крым и город федерального значения Севастополь). Застройка указанных территорий характеризуется наличием как современных объектов, включая уникальные сооружения, так и гражданских зданий различного назначения, в том числе многоквартирных домов типовых серий, из которых сформирован огромный постсоветский жилой фонд.

Воздействия окружающей среды в сейсмических районах и на подрабатываемых территориях негативно сказываются на застройке городов, где объекты при эксплуатации постоянно испытывают природные и техногенные колебания грунтов, что со временем приводит к накоплению повреждений, изменению значений проектных параметров конструкций и эксплуатационному дефициту сейсмостойкости зданий и сооружений.

Поэтому для этих территорий необходимо осуществлять постоянный контроль технического состояния объектов на основе автоматизированного мониторинга строительных конструкций, обеспечивающий сохранение их механической безопасности на протяжении жизненного цикла, что отвечает требованиям двух федеральных законов: № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и № 494-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий».

Решение данной задачи опирается на использование сравнительного анализа двух цифровых баз: сейсмологической с информацией о сейсмической опасности и с записями параметров колебаний грунтов на основе детального сейсмического районирования (ДСР) и сейсмического микрорайонирования (СМР) и инженерно-сейсмометрической с информацией о классах сейсмостойкости зданий и сооружений и с записями динамических параметров конструкций на основе автоматизированного мониторинга, обеспечивающего прогноз последствий природных и техногенных воздействий на строительные объекты. Такой подход открывает возможность создания информационной системы управления техническим состоянием зданий и сооружений на цифровой платформе для предупреждения их стихийного перехода в аварийное или ограниченно-работоспособное состояние и соответственно снижения объемов аварийного жилого фонда на сейсмических территориях.

Особенности жилого фонда на сейсмоопасных территориях и проблемы оценки дефицита сейсмостойкости строительных объектов

Наиболее остро проблема сохранения механической безопасности проявляется на объектах жилой застройки, площадь которых на этих территориях, по

данным reformagkh.ru, превышает 500 млн м² (рис. 1), поскольку неконтролируемое изменение их технического состояния многократно увеличивает риски возрастания опасности проживания и материального ущерба.

Жилищный фонд характеризуется весьма неоднородной структурой как по техническому состоянию строительных объектов, годам постройки, так и по их типологии. Аварийный фонд, представленный преимущественно одно-двухэтажными деревянными, кирпичными, смешанными, саманного типа и другими многоквартирными домами, построенными в разные периоды и требующими расселения, составляет порядка 7 млн м². Более 400 млн м² приходится на многоэтажные дома типовых серий первого, второго и третьего периодов (1960–1990 гг.) индустриального домостроения, включающие крупнопанельные, крупноблочные, каркасно-панельные, кирпичные, с применением местных строительных материалов (в частности, в Крыму широкое распространение получили крупноблочные дома серий: 67, 67С, 1-338 с несущими стенами из пильных известняков) и другие типы жилых зданий.

При этом следует учитывать, что при эксплуатации на сейсмоопасных территориях здания регулярно подвергаются сейсмическим воздействиям низкой интенсивности (ниже расчетной для конкретного здания), приводящим к совместному накоплению дефектов, обусловленных как естественным физическим старением материалов конструкций, деградацией их структуры, коррозией, изменением физико-механических свойств и др., так и накоплением усталостных напряжений в конструкциях, в результате чего их эксплуатационная прочность оказывается существенно ниже проектной и техническое состояние многих из них может граничить с объектами аварийного фонда. Типичные дефекты и повреждения, возникающие в результате сейсмических воздействий при эксплуатации строительных объектов, представлены на рис. 2.

Для общей оценки сейсмической безопасности на этих территориях был проведен экспресс-анализ на предмет дефицита сейсмостойкости объектов по сведениям, запрошенным у органов власти субъектов Российской Федерации, по следующему алгоритму:

– класс сейсмостойкости объекта определяется по общим требованиям СП 442.1325800.2019 «Здания и сооружения. Оценка класса сейсмостойкости» с использованием фактических результатов обследований или оценочных, приближительных данных о конструктивных решениях и техническом состоянии домов в виде обобщенной характеристики, соответствующей баллам макросейсмической шкалы интенсивности землетрясений;

– расчетная сейсмичность площадки в баллах по шкале MSK-64 на участке строительства объекта определяется по результатам детального сейсмического районирования (ДСР) и сейсмического микро-районирования (СМР). При отсутствии таких данных сейсмичность участка определяется по картам общего сейсмического районирования (ОСР);

– разница данных по позициям 1 и 2, выраженная в баллах, дает общее предварительное представление о дефиците сейсмостойкости конкретного дома.

Результаты анализа представлены в таблице. Выявленные закономерности были распространены и на жилищный фонд тех субъектов Российской Федерации, которые не предоставили запрошенные данные.

Согласно полученным результатам, объем жилищного фонда, имеющего дефицит сейсмостойкости, составляет примерно 143 млн м², т. е. в масштабе регионов этот показатель составляет 20% общей площади их жилого фонда и/или более 620% общего объема аварийного жилищного фонда страны (АЖФ), составляющего порядка 23 млн м². Жилищный фонд, в отношении которого указан дефицит сейсмостойкости в 2 и более баллов, составляет 88 млн м², т. е. в масштабе регионов этот показатель составляет 12% общей площади их жилого фонда, и/или 380% общего объема АЖФ.

Эти результаты во многом условны: из-за отсутствия у ряда субъектов данных об исходной сейсмичности, определяемой на основе ДСР и СМР, были использованы карты ОСР, что увеличивало вероятность получения ошибок при определении сейсмичности площадки строительства. Так, например, на основе ДСР установлено, что в Кузбассе наведенная сейсмичность доминирует над природной, при этом карта эпицентров представлена локальными пятнами около горных предприятий без визуализации быстро протекающих процессов вдоль тектонических нарушений. Вместе с тем на сегодняшний день системой мониторинга обнаружены сейсмически активизированные области на территории Кузбасса, в пределах которых прогнозируется высокая вероятность возникновения крупных техногенных землетрясений, которые не учитывались при проектировании и строительстве объектов на этих территориях.

Вследствие изменения нормативных документов сейсмичность г. Симферополя, определенная по шкале MSK-64, составляла до 2007 г. 6 баллов, а согласно новым картам ОСР, принята для массовой застройки 7 баллов, т. е. до 2007 г. застройка велась типовыми жилыми домами серий 67, 94, 84 и домами по индивидуальным проектам, не предназначенными для применения в сейсмически опасных районах.

Кроме того, оценка состояния объектов только по результатам периодических проверок и обследований

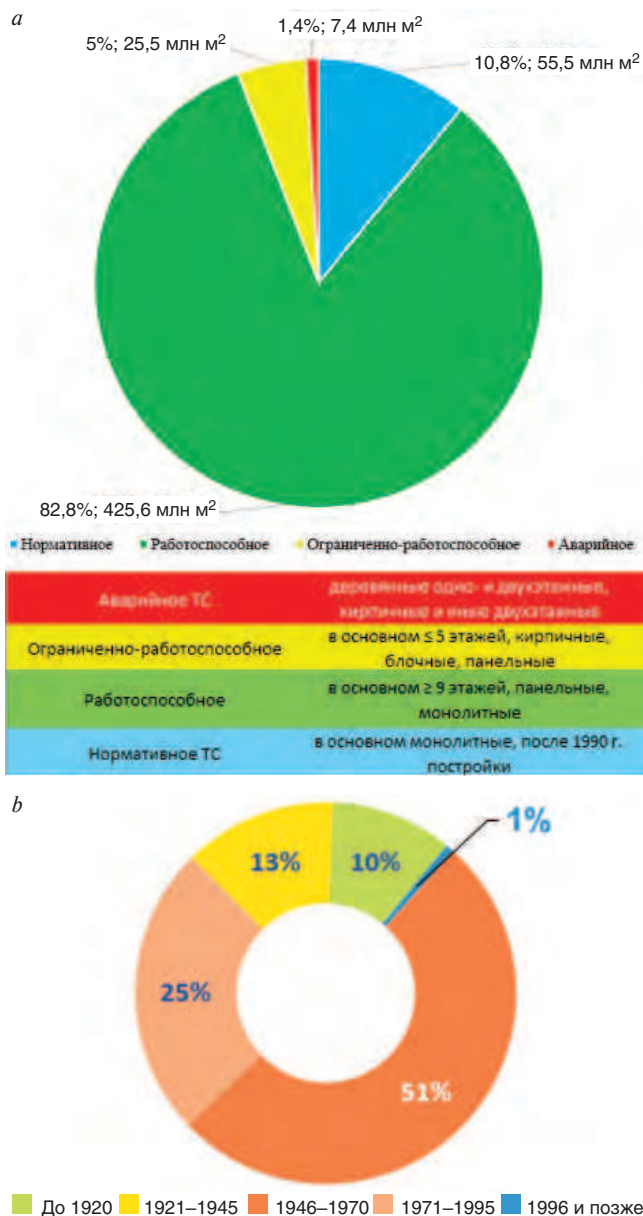


Рис. 1. Структура технического состояния объектов жилищного фонда в сейсмоопасных зонах: *a* – в разрезе категорий технического состояния; *b* – структура аварийного жилищного фонда (АЖФ) страны в разрезе годов постройки

Fig 1. Structure of technical status of housing facilities constructions in seismic regions: *a* – within context of categories of technical status; *b* – structure of damage housing facilities (DHF) of country within context of building years

без учета характера изменения динамических параметров конструкций на основе постоянного мониторинга, позволяющего на ранней стадии регистрировать их опасные изменения при часто повторяющихся слабых сейсмических воздействиях, является неполной для этих территорий и не предоставляет возможность выявить реальную сейсмостойкость объектов жилого фонда.

Таким образом, проведенные исследования выявили следующие системные проблемы, касающиеся определения дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в субъектах Российской Федерации.

1. Отсутствие единых подходов, критериев и методик по оценке дефицита сейсмостойкости зданий, имеющих отличия как друг от друга, так и от методик оценки сейсмостойкости сооружений и сейсмических рисков, применяемой МЧС России и на более ранних этапах структурами Госстроя России [1–6].

При этом объем данных и качественных характеристик зданий, степень детализации отдельных параметров, определяющих сейсмостойкость и безопасность объектов, сильно отличаются в различных муниципальных образованиях даже в рамках одного субъекта Российской Федерации, что затрудняет верификацию получаемых сведений с данными других регионов.

2. Необходимость укомплектования, обновления и пересмотра (актуализации) результатов сейсмологических изысканий на основе ДСР (СМР), которые составляют основу цифровых баз данных в информационных системах обеспечения градостроительной деятельности ИСОГД при градостроительном зонировании природно-техногенной опасности, для оценки механической безопасности зданий и сооружений на застроенных территориях.

3. Отсутствие инженерно-сейсмометрической базы динамических параметров строительных объектов, сформированной на единых физических принципах мониторинга и ранней диагностики конструкций и составляющей основу цифровой системы контроля дефицита сейсмостойкости и управления механической безопасностью зданий и сооружений.

4. Отсутствие в регионах необходимых технических и программных средств для цифровой трансформации жилого фонда по его сохранению и недопущению перехода в аварийное состояние под действием природных и техногенных сейсмических нагрузок.

Технология оценки и контроля механической безопасности при эксплуатации зданий и сооружений

Поручением Президента Российской Федерации В.В. Путина от 7 октября 2022 г. № Пр-1883 (подпункт «а» п. 1 перечня поручений) предусмотрена подготовка предложений об определении критериев, на основании которых признаются аварийными и подлежащими сносу многоквартирные дома, в случае если их сейсмостойкость не отвечает установленным требованиям, а также критериев, на основании которых признаются непригодными для проживания жилые помещения, расположенные в таких домах (исходя из необходимости соблюдения требований к безопасности зданий и сооружений).

Для выполнения поставленных задач, имеющих комплексный характер и направленных на устойчивое развитие территорий с особыми природными и

Результаты экспресс-анализа дефицита сейсмостойкости многоквартирных домов по данным субъектов РФ
Results of rapid analysis of deficiency of seismic stability in apartment buildings due to data of Russian regions

Федеральный округ	Количество МКД	Общая площадь, м ²	Использовались данные ДСР				Представлены данные о сейсмодефиците						
			общая площадь	в % от гр. 3	Всего		До 2 баллов		2 балла и более		Были представлены данные о классе сейсмостойкости МКД		
					м ²	в % от гр. 3	м ²	в % от гр. 3	м ²	в % от гр. 3	м ²	в % от гр. 6	
Дальневосточный	5969	13 172 325	9,94%	2 424 613	18,41%	982 164	7,46%	1 442 449	10,95%	2 011 108	82,95%	555 406	22,91%
Сибирский	17 405	46 609 552	79,82%	37 805 690	81,11%	14 927 276	32,03%	22 878 414	49,09%	24 849 563	65,73%	32 854 744	86,9%
Южный	11 900	53 496 690	4,04%	20 050 337	37,48%	2 027 221	3,79%	18 023 116	33,69%	20 047 536	99,99%	360 618	1,80%
Северо-Кавказский	12 446	31 546 429	1,23%	19 929 070	63,17%	13 217 615	41,9%	6 711 455	21,27%	18 547 778	93,07%	386 769	1,94%
ИТОГО	47 720	144 824 996	28,35%	80 209 710	55,38%	31 154 276	21,51%	49 055 434	33,87%	65 455 985	81,61%	34 157 537	42,59%

техногенными условиями, необходимо обеспечить механическую безопасность функционирования эксплуатируемых объектов, опирающуюся на современную технологию мониторинга, контроля и ранней диагностики их технического состояния, включая оценку дефицита сейсмостойкости.

Современные методы мониторинга технического состояния зданий и сооружений, основанные на традиционном обследовании конструкций, выявлении дефектов и последующем отслеживании изменения этих и



Рис. 2. Характерные повреждения при эксплуатации строительных объектов на сейсмически активных территориях (2008–2019 г.): а – обрушение фрагментов и конструкций малоэтажного жилого дома (г. Дербент, Республика Дагестан, годы постройки – 1935–1950); б – повреждения двухэтажного кирпичного здания школы (пос. Култук, Иркутская обл., год постройки – 1959); в, д – повреждения многоэтажных панельных домов из газозолотона (в – пятиэтажный типовой серии 1-335 КС, г. Ангарск, год постройки – 1972; д – девятиэтажный типовой серии И-163.02, г. Ангарск, год постройки – 1981); е – повреждения зданий исторической застройки (г. Ялта, Республика Крым). Источники фотографий: tvc.ru/news/show/id/161062; idei.club/61267-treschina-v-mnogokvartirnom-dome-54-foto.htm

Fig 2. Typical damage of building constructions during its using in seismic active regions (2008–2019): а – destruction of fragments and constructions of low-storey building (Derbent, Republic of Dagestan, 1935–1950); б – damage of 2-level brick school building (settlement Kultuk, Irkutsk region, 1959); в, д – damage of panel apartment buildings made of gas and ash concrete (в – 5-level typical series 1-335 KS, Angarsk, 1972; д – 9-level typical series I-163.02, Angarsk, 1981); е – damage of historical area buildings (Yalta, Republic of Crimea). Photo sources: а - tvc.ru/news/show/id/161062, е - idei.club/61267-treschina-v-mnogokvartirnom-dome-54-foto.html

возникновения новых дефектов, малопригодны при массовом контроле технического состояния большого числа зданий и сооружений существующей застройки городов в силу их высокой трудоемкости, стоимости и продолжительности выполнения инструментальных работ. ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» совместно с ОАО «ЦНИИПромзданий», Единой геофизической службой РАН и другими организациями разработана универсальная технология оценки и контроля механической безопасности зданий и сооружений, включая объекты жилищного фонда и социальной инфраструктуры, при развитии застроенных территорий с особыми природными и техногенными условиями, отмеченная п. 13 распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 октября 2022 г. № 3179 «О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2022 года в области науки и техники».

Суть технологии заключается в определении характера изменения динамических параметров конструкций, представляющих собой интегральные характеристики зданий, с учетом анализа изменений сейсмических свойств грунтов застроенной терри-

тории с последующим прогнозом последствий природных и техногенных сейсмических воздействий на строительные объекты [7–10].

Технология предусматривает: определение динамических параметров конструкций в реальном времени для различных типов строительных объектов; формирование и анализ цифровых баз данных технического состояния объектов и зонирования степени опасности застроенных территорий; создание отечественных цифровых измерительных средств и программного обеспечения.

Для массовых многоэтажных жилых домов, характеризующихся простой конструктивной схемой, контролируются период и логарифмический декремент собственных колебаний (рис. 3), которые реагируют как на изменения структуры объектов (в случае их частичных повреждений и разрушений), так и на внутренние необратимые процессы (в случае накопления повреждений в процессе эксплуатации).

Для широкопролетных зданий, поскольку вклад дефектов в величины периодов колебаний менее значим, выделяются зоны в соответствии с их конструктивной схемой, на границах которых регистрируются пространственные колебания в частотном диапазоне от 0,5 до 50 Гц (частота квантования 400 Гц) и определяются передаточные функции для каждой зоны (рис. 4), анализ изменения которых позволяет быстро обнаружить опасные узлы или конструкции объекта (патенты № 2254426; 2292433).

Для зданий сложной пространственной формы выполняется сопоставление измеренных величин (как правило, периодов, логарифмических декрементов и форм собственных колебаний) с расчетными значениями этих параметров, полученными с помощью математического моделирования при нормативной нагрузке конструкции (патент № 2341623).

За счет быстродействия измерительных и вычислительных операций в 5–6 раз сокращаются время и затраты на обследование строительных объектов.

Для оценки механической безопасности объектов на сейсмических и подрабатываемых территориях выполняется прогноз последствий природных и техногенных воздействий, оценивается влияние сильных землетрясений и наведенной сейсмичности на основе

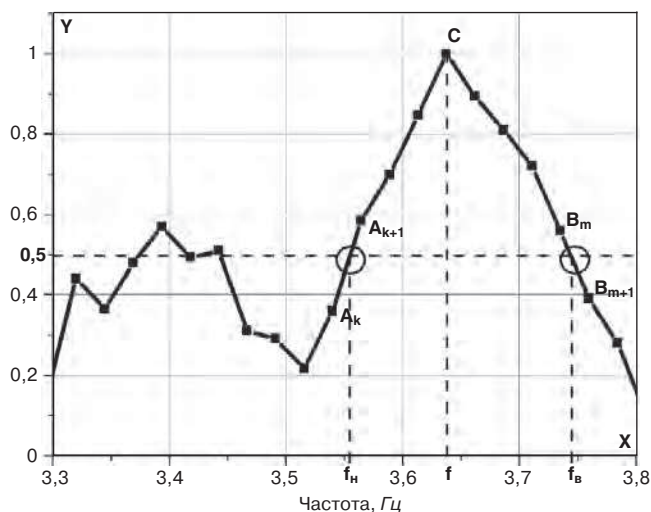


Рис. 3. Нормированный спектр собственных колебаний. ГОСТ 34081–2017 «Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний»

Fig 3. Standardized spectrum of proper fluctuations. GOST 34081–2017 «Buildings and structures. Determination of the parameters of the main tone of natural oscillations»

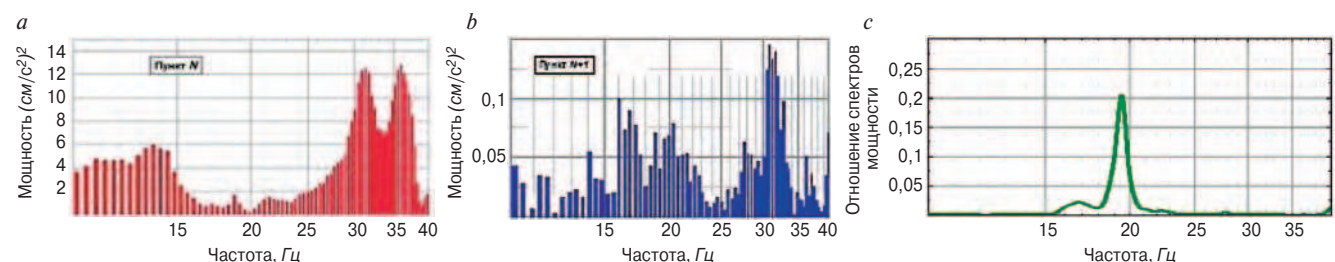


Рис. 4. Спектр мощности входного сигнала (воздействия) (а); спектр мощности выходного сигнала (б); передаточная функция W (с)
Fig 4. Spectrum of input signal (impact) capacity (a); spectrum of output signal capacity (b); transmission function W (c)

сравнительного анализа цифровых баз данных классов сейсмостойкости объектов и зонирования сейсмической опасности территорий с передачей в реальном времени информации в уполномоченные органы, что позволяет обеспечить оперативность и эффективность совместных экстренных действий систем мониторинга, оперативно-диспетчерского управления и других городских служб для минимизации негативных последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на данных территориях.

Таким образом, данная технология, основанная на цифровизации процессов регистрации внешних воздействий и откликов конструкций на эти воздействия, прогноза изменения сейсмостойкости зданий, их учета, паспортизации и усиления, открывает возможность использования интеллектуальной системы контроля и управления механической безопасностью объектов, обеспечивающей повышение объективности оценки реальной сейсмостойкости городской застройки и сокращение аварийности жилого фонда на сейсмоопасных территориях.

Подходы к оценке механической безопасности объектов для информационной системы мониторинга массовой застройки территории

Для сейсмических территорий степень механической безопасности определяется не только категориями технического состояния (ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»).

В сейсмических районах для контроля технического состояния зданий и сооружений вводится понятие класса сейсмостойкости – интегральной характеристики строительного объекта, определяющей его сейсмостойкость, зависящей от расчетного сейсмического воздействия, на которое проектировался объект, и от категории его технического состояния на момент назначения класса сейсмостойкости и устанавливаемой для качественной оценки сейсмостойкости здания или сооружения (СП 442.1325800.2019 «Здания и сооружения в сейсмических районах. Оценка класса сейсмостойкости»). Целью оценки класса сейсмостойкости зданий и сооружений является установление и контроль изменения во времени реальной сейсмостойкости объектов, которая может отличаться от их начальной сейсмостойкости, обеспечиваемой при проектировании и строительстве требований нормативного документа (СП 14.133330.2018 «СНиП II-7–81* Строительство в сейсмических районах»).

Класс сейсмостойкости используется при решении следующих задач:

– оценки комплексной градостроительной безопасности и формирования плана превентивных гра-

достроительных мероприятий по снижению последствий сейсмических угроз;

– выполнения работ по обследованию последствий землетрясений в соответствии с СП 322.1325800.2017 «Здания и сооружения в сейсмических районах. Правила обследования последствий землетрясений»;

– оценки силы произошедшего землетрясения в соответствии с ГОСТ 34511–2018 «Землетрясения. Макросейсмическая шкала интенсивности»;

– оценки безопасности для недвижимости при страховании и определении налогооблагаемой базы.

Проблема повышения уровня механической безопасности застройки городов и снижения ущерба от катастрофических землетрясений связана прежде всего с двумя факторами: с качеством проектирования и строительства сейсмостойких объектов и техническим состоянием эксплуатируемых объектов. При этом второй фактор в большей степени определяет ущерб при возможном ближайшем по времени землетрясении, а первый – при более отдаленных землетрясениях, так как по большей части застройка территории, подвергшейся землетрясению, уже существует.

Для эффективного контроля технического состояния застройки городов на сейсмически активных территориях должны использоваться современные цифровые информационные системы (ЦИС), позволяющие оперативно формировать информацию о строительных объектах города, включающую:

– перечень зданий и сооружений, требующих усиления;

– очередность осуществления превентивных мероприятий с целью повышения безопасности проживания населения на основе прогноза последствий сильных землетрясений;

– информацию о степени снижения опасности проживания населения в результате проведенных мероприятий по усилению зданий и сооружений;

– информацию о состоянии зданий и сооружений сразу же после сильного землетрясения для повышения эффективности проведения спасательных работ и последующей ликвидации последствий землетрясений;

– информацию о региональных сейсмических воздействиях и их влиянии на характер сопротивляемости зданий и сооружений для совершенствования методов их расчета на сейсмостойкость;

– сведения для проведения обоснованной страховой политики при застройке и эксплуатации строительных объектов.

Концептуально при создании подобных систем необходимо решить две принципиально разные задачи по отслеживанию реального технического состояния зданий и сооружений существующей застройки.

Первая задача связана с выработкой наиболее эффективной методики выявления из огромного числа зданий и сооружений города (тысячи объектов) тех, которые требуют более детального исследования их технического состояния, т. е. выявления зданий и сооружений, состояние которых наиболее сильно изменилось за определенный, устанавливаемый для системы мониторинга «опросный» срок.

Вторая задача связана с обработкой эффективных методик (оперативных, с использованием методов неразрушающего контроля и пр.) обследования технического состояния зданий и определения их реальной сейсмостойкости.

В качестве основы ЦИС целесообразно использовать разработки и результаты внедрения технологии мониторинга, изложенные в [9–10]. Как отмечалось, в основе лежит метод регистрации изменений периодов и коэффициентов затухания собственных колебаний зданий и сооружений (ГОСТ 34081–2017 «Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний»). Практическое же установление соотношений между степенью повреждения зданий и сооружений и изменением их собственных периодов и коэффициентов затухания не требует слишком дорогостоящих экспериментальных работ, так как эти соотношения могут быть получены как в процессе работы ЦИС, так и с использованием методов предварительной вибродиагностики в процессе возведения объектов для верификации с их проектными параметрами при создании цифровых двойников, а также за счет измерений на уже поврежденных или разрушенных в результате землетрясений или каких-либо других причин зданиях и сооружениях.

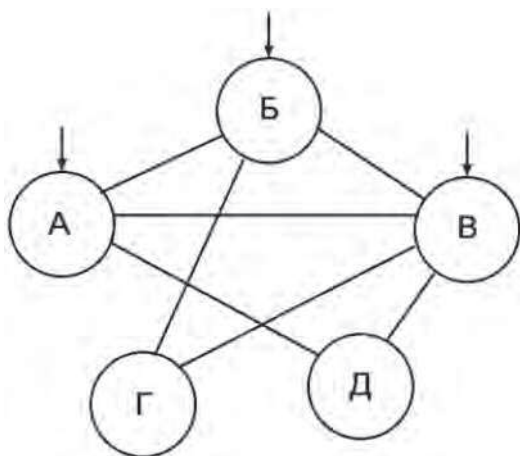


Рис. 5. Граф структуры информационной системы мониторинга состояния зданий и сооружений существующей застройки муниципального образования (стрелками обозначены точки входа в информационную систему)

Fig 5. Graph of structure of information system monitoring of building status in current development area of municipal entity (information system input is pointed with arrows)

Структурно ЦИС должна быть реализована на следующих уровнях: федеральном, региональном и муниципальном в рамках модели, представленной на рис. 5.

Основной базой информации для такой системы служат сведения, полученные в результате реализации алгоритма с помощью пяти информационных множеств: **А** – паспорта зданий в пределах предварительно выделенной территории; **Б** – станции мониторинга, информация с которых необходима для исследований в пределах изучаемой территории; **В** – внешние динамические воздействия, включая произошедшие землетрясения; **Г** – записи прошедших воздействий и их отклики на различных уровнях зданий в пределах исследуемой территории; **Д** – описания повреждений после произошедших событий [11].

Отношения между информационными множествами **А** и **Б**, а также **А** и **Д** находятся в соответствии 1:1; между **А** и **В**, **Б** и **В** – в соответствии М:К; между **Б** и **Г**, **В** и **Г**, **В** и **Д** – в соответствии 1:М.

Предложенные соответствия 1:1, 1:М и М:К имеют следующий смысл:

- отношение между множествами **X** и **Y** можно рассматривать как два отображения: **FX: X→Y** и **FY: Y→X**;

- множества **X** и **Y** находятся в отношении 1:М при условии, что одно из отображений, **FX** или **FY**, функционально. Для случаев, когда оба отображения функциональны, для объектов множества **X** и **Y** соотношения принимаются 1:1;

- в случае, если объекты находятся в отношении М:К, ни одно из отображений не функционально, т. е. для каждого объекта **X** имеется множество объектов **Y** и наоборот. Другие аспекты формирования и организации функционирования ЦИС представлены в работе [11].

Такая ЦИС полностью обеспечивает решение указанных выше задач, важнейшей из которых является прогноз последствий сильных землетрясений, необходимый для снижения социального и экономического ущерба существующей застройки территорий за счет реализации превентивных мероприятий по своевременному усилению строительных объектов с дефицитом сейсмостойкости, а также за счет своевременно подготовленных МЧС России мероприятий по ликвидации возможных последствий.

С введением в действие ГОСТ 34511–2018 в качестве исходной информации для этого прогноза, как отмечалось выше, служат две цифровые базы экспериментальных данных: о классах сейсмостойкости зданий и сооружений и о данных инженерно-геологических изысканий с целью определения категорий грунтов по сейсмическим свойствам (СП 14.133330.2018), а также о результатах деталь-

ного сейсмического районирования и/или сейсмического микрорайонирования (СП 408.1325800.2018 «Детальное сейсмическое районирование и сейсмомикрорайонирование для территориального планирования»).

Прогностическую информацию о повреждении зданий и сооружений города целесообразно определять исходя из информации о максимальной интенсивности прогнозируемого землетрясения на рассматриваемой территории, выраженной в баллах макросейсмической шкалы интенсивности землетрясений и полученной по данным сейсмического микрорайонирования, либо детального сейсмического районирования, либо, при их отсутствии, по данным общего сейсмического районирования, вплоть до семи- и шестибалльных территорий на грунтах категории III и IV по сейсмическим свойствам (СП 408.1325800) соответственно. В работе [9] описаны критерии и алгоритмы получения прогностических карт последствий землетрясений разного уровня интенсивности.

При осуществлении прогнозирования последствий землетрясений целесообразно определить критерии, в соответствии с которыми принимается решение о необходимости такого прогнозирования для данного конкретного населенного пункта, очередности его проведения. Одним из таких критериев может выступать численность населения, причем значение этого критерия может варьироваться в различных субъектах Российской Федерации. Прогноз осуществляется для всех существенных землетрясений, т. е. если город расположен в 9-балльном сейсмическом районе, то прогноз представляется для землетрясений 9, 8 и 7 баллов, что позволяет выявить здания и сооружения с наименьшей надежностью, которые пострадают в первую очередь уже при 7-балльных землетрясениях, случающихся значительно чаще 9-балльных. При этом следует учитывать, что по результатам детального сейсмического районирования потребуется представлять прогностическую информацию о последствиях землетрясений, происходящих в различных очаговых зонах, где возникают различные преобладающие периоды колебаний грунта.

После каждого землетрясения рассматриваемых уровней интенсивности необходима корректировка прогностической информации как на основе анализа последствий землетрясения в соответствии с СП 322.1325800, так и на основе изменения класса сейсмостойкости зданий и сооружений городской застройки.

Природа февральским землетрясением 2023 г. в Турции и Сирии в очередной раз преподала людям страшный урок: либеральный подход к соблюдению

требований нормативов, необоснованные изменения сейсмичности, игнорирование и недооценка факта снижения сейсмостойкости объектов капитального строительства в период их эксплуатации, пренебрежение и экономия на средствах мониторинга и контроля опасных изменений конструкций и предупреждения на ранней стадии об их переходе в аварийное состояние на сейсмических территориях оборачиваются катастрофическими последствиями общегосударственного масштаба, уносящими тысячи человеческих жизней и причиняющими огромный материальный ущерб экономике страны.

Выводы и предложения

1. Объективная оценка жилого фонда субъектов Российской Федерации на сейсмически активных территориях, характеризующегося неоднородной структурой как по типологии, конструктивным решениям и периоду эксплуатации его объектов, так и по совокупности сведений об их реальной сейсмостойкости, потребует выполнения комплекса следующих мероприятий:

- проведения инвентаризации и паспортизации жилищного фонда с выявлением зданий и сооружений, требующих усиления, на основе единой методики оценки дефицита сейсмостойкости и установления единого подхода к категорированию объектов с дефицитом сейсмостойкости при учете технического состояния жилищного фонда;

- разработки и внедрения единого цифрового паспорта строительного объекта (ЕЦПСО), ведение которого должно осуществляться на всех этапах его жизненного цикла;

- разработки на основе единых физических принципов методологии ранней диагностики опасных изменений конструкций при сейсмических воздействиях и формирования соответствующей организационно-технической структуры, предупреждающие возникновение дефицита сейсмостойкости и предотвращающие стихийный переход зданий в аварийное состояние, что позволит получать оперативную информацию о реальной сейсмостойкости объектов для осуществления превентивных мероприятий по их усилению так же, как это делается во многих странах мира, расположенных на сейсмических территориях, и как было организовано в последние годы в СССР [13];

- внесения изменений в законодательные и нормативные акты, в том числе в Федеральные законы от 24.12.2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс РФ», от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» в части контроля сейсмостойкости при эксплуатации строительных объектов на основе инженерно-сейсмометрических наблюдений; недопущения на сейсмиче-

ских территориях приемки в эксплуатацию объектов нового строительства не оснащенных системой контроля динамических параметров конструкций с учетом действующих нормативных документов; полномочий федерального органа исполнительной власти по координации и управлению деятельности организационных структур, выполняющих инженерно-сейсмометрические наблюдения, обработку информации и аппаратурное обеспечение; в постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 в части безопасной эксплуатации строительных объектов на сейсмических территориях, требований единообразия формы и содержания ЕЦПСО и использования единых физических принципов мониторинга технического состояния зданий и сооружений; в положение о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (утверждено Постановлением правительства РФ от 18.11.2013 г. № 1038) в части организации инженерно-сейсмометрических наблюдений и контроля сейсмостойкости эксплуатируемых объектов на сейсмически активных территориях;

– разработки нормативно-технической и методической базы в части установления требований по обеспечению безопасности эксплуатируемых объектов при сейсмических воздействиях, включающих в том числе определение «уровня сейсмической безопасности объекта» и «дефицита сейсмостойкости объекта», с внесением предложений к постановлению Правительства Российской Федерации, устанавливающему порядок признания многоквартирных домов имеющими дефицит сейсмостойкости и определяющему механизмы управления рисками, связанными с таким жильем;

2. Для получения объективных параметров, характеризующих уровень сейсмических воздействий и их влияние на техническое состояние объектов требуется актуализация цифровой базы записей сильных землетрясений в соответствии с усовершенствованной макросейсмической шкалой интенсивности землетрясений ГОСТ 34511–2018 и на новой цифровой основе необходимо сформировать утраченную советскую базу записей динамических параметров конструкций по результатам инженерно-сейсмометрических наблюдений за колебаниями сооружений и прилегающих грунтов с использованием современных отечественных цифровых измерительных систем и программного обеспечения [12–16].

3. В целях обеспечения возможности контроля и управления техническим состоянием объектов жилого фонда для сохранения и предупреждения его перехода в аварийное состояние на сейсмически активных территориях необходимо разработать на основе общей инфологической модели цифровую информационную систему (ЦИС), опирающуюся на цифровые базы записей интенсивности сейсмических воздействий и динамических характеристик конструкций. В качестве базового элемента этой системы целесообразно использовать универсальную технологию оценки и контроля механической безопасности зданий и сооружений, разработанную для застроенных территорий с особыми природными и техногенными условиями (распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 октября 2022 г. № 3179).

4. Для отработки функционирования ЦИС на различных административно-территориальных уровнях, накопления опыта и последующего тиражирования в субъектах Российской Федерации целесообразно разработать и реализовать пилотные проекты для конкретных регионов с повышенной сейсмичностью, например Махачкалы на Северном Кавказе и Петропавловска-Камчатского на Дальнем Востоке.

5. В рамках цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2021 г. № 3883-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года», определить уполномоченный орган по управлению и координации на постоянной основе инженерно-сейсмометрических наблюдений строительных объектов, включая измерения, обработку, формирование и ведение цифрового банка инженерно-сейсмометрической информации, обеспечение создания и организации производства сейсмоизмерительной аппаратуры, а также по формированию, обслуживанию, научно-методическому сопровождению и развитию цифровой автоматизированной системы контроля безопасности городской застройки с обеспечением передачи органам государственной и исполнительной власти прогностической информации о степени разрушаемости объектов жилищно-гражданского строительства при эксплуатации на сейсмических территориях.

Список литературы

1. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. М.: ЦНИИСК; МСССС, 1980. 78 с.

References

1. Methodological recommendations for the engineering analysis of the consequences of earthquakes. Moscow: TSNIISK; MSSSS. 1980. 78 p.

2. Методическое пособие по паспортизации зданий и сооружений в сейсмических районах. Петропавловск-Камчатский: ДальНИИС, 1990. 93 с.
3. Методические рекомендации по обследованию и паспортизации существующего жилого фонда, зданий соцкультбыта и промышленных предприятий в сейсмических районах Иркутской области. Иркутск: ИЗК СО РАН, 1991.
4. Савин С.Н., Артемьев А.Н., Петрунин К.Л. Методические аспекты обследования зданий и инженерных сооружений в сейсмоопасных районах // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 1998. № 6. С. 37–38.
5. Бержинская Л.П., Бержинский Ю.А. Методы паспортизации зданий в сейсмических районах // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2009. Т. 36. № 2. С. 57–69.
6. Дроздюк В.Н. Методика по обследованию зданий типовой застройки с целью определения их сейсмостойкости и необходимости сейсмоусиления. Технический регламент Камчатки TRK01-2009. Утвержден Минстроем Камчатского края 20 апреля 2005 г. ГУП «Камчатскгражданпроект». 2009.
7. Дорофеев В.М. Мониторинг состояния зданий и сооружений существующей застройки городов, подверженных катастрофам природно-техногенного характера // *Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях*. 1998. № 6. С. 16–26.
8. Дорофеев В.М. О безопасности эксплуатации несущих конструкций зданий и сооружений и практических способах ее обеспечения // *Вестник Росийского университета дружбы народов. Сер. проблемы комплексной безопасности*. 2004. № 1. С. 44–52.
9. Дорофеев В.М., Денисов А.С. Прогноз последствий сильных землетрясений // *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2019. № 1 (38). С. 28–31.
10. Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Акбиев Р.Т. Основы мониторинга строительных объектов с использованием анализа изменения их динамических параметров // *Academia. Архитектура и строительство*. 2021. № 3. С. 89–100.
11. Гурьев В.В., Дорофеев В.М. О проблемах нормирования безопасности застроенных территорий в сейсмических районах. *Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году: Сборник научных трудов РААСН*. М.: АСВ, 2020. С. 157–178.
12. Гурьев В.В., Гранев В.В., Дмитриев А.Н., Дорофеев В.М., Келасьев Н.Г., Лысов Д.А. Опыт применения автоматизированных станций мониторинга на уникальных строительных объектах //
2. Methodical manual on certification of buildings and structures in seismic areas. Petropavlovsk-Kamchatky: DALNIIS. 1990. 93 p.
3. Methodological recommendations for the survey and certification of existing housing stock, social and cultural buildings and industrial enterprises in seismic areas of the Irkutsk region. Irkutsk: IZK SB RAS. 1991.
4. Savin S.N., Artemyev A.N., Petrunin K.L. Methodological aspects of the construction of buildings and engineering structures in earthquake-prone areas. *Seismostoi koe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii*. 1998. No. 6, pp. 37–38. (In Russian).
5. Berzhinskaya L.P., Berzhinsky Yu.A. Methods of certification of buildings in seismic areas. *Voprosy inzhenernoi seismologii*. 2009. Vol. 36. No. 2, pp. 57–69. (In Russian).
6. Drozdnyuk V.N. Methodology for the survey of typical buildings in order to determine their seismic resistance and the need for seismic reinforcement. Technical regulations of Kamchatka TRK01-2009. Approved by the Ministry of Construction of the Kamchatka Territory on April 20, 2005. GUP "Kamchatskgrazhdanproekt". 2009.
7. Dorofeev V.M. Monitoring of the state of buildings and structures of the existing development of cities prone to natural and manmade disasters. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychainykh situatsiyakh*. 1998. No. 6, pp. 16–26. (In Russian).
8. Dorofeev V.M. On the safety of the operation of load-bearing structures of buildings and structures and practical ways to ensure it. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya problemy kompleksnoi bezopasnosti*. 2004. No. 1, pp. 44–52. (In Russian).
9. Dorofeev V.M., Denisov A.S. Forecast of the consequences of strong earthquakes. *Prirodnye i tekhnogennyye riski. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2019. No. 1 (38), pp. 28–31. (In Russian).
10. Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Akbiev R.T. Fundamentals of monitoring of construction objects using the analysis of changes in their dynamic parameters. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2021. No. 3, pp. 89–100. (In Russian).
11. Guryev V.V., Dorofeev V.M. On the problems of rationing the safety of built-up areas in seismic areas. *Fundamental, claim and applied research of the RAASN on scientific support of the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2019: Collection of scientific papers of the RAASN*. Moscow: ASV. 2020, pp. 157–178.
12. Guryev V.V., Granev V.V., Dmitriev A.N., Dorofeev V.M., Kelasyev N.G., Lysov D.A. The experience of using automated monitoring stations on unique

- Промышленное и гражданское строительство.* 2021. № 11. С. 4–12.
13. Дорофеев В.М. Концептуальные основы функционирования и развития службы инженерно-сейсмометрических наблюдений // *Строительство и архитектура. Сейсмостойкое строительство.* 1996. Сер. 14. Вып. 1. С. 26–29.
 14. Патент РФ 2654830. *Цифровая инженерно-сейсмометрическая станция с системой мониторинга технического состояния зданий или сооружений* / Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Денисов А.С., Катренко В.Г. Заявл. 23.06.2017.
 15. Патент РФ № 2654831. *Способ многоканальной регистрации сейсмических колебаний на инженерно-сейсмометрической станции* / Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Денисов А.С., Катренко В.Г. Заявл. 23.06.2017.
 16. Патент РФ 2655462. *Сейсмический прибор для измерения динамических воздействий при мониторинге технического состояния несущих конструкций зданий и сооружений* / Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Денисов А.С., Катренко В.Г. Заявл. 23.06.2017.
- construction sites. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo.* 2021. No. 11, pp. 4–12. (In Russian).
13. Dorofeev V.M. Conceptual foundations of the functioning and development of the service of engineering seismometric observations. *Stroitel'stvo i arkhitektura. Seismostoikoe stroitel'stvo.* 1996. Ser. 14. Iss. 1, pp. 26–29. (In Russian).
 14. Patent RF 2654830. *Tsifrovaya inzhenerno-seismometricheskaya stantsiya s sistemoi monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy ili sooruzhenii.* Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Denisov A.S., Katrenko V.G. Declared 23.06.2017. (In Russian).
 15. Patent RF 2654831. *Sposob mnogokanal'noi registratsii seismiche-skikh kolebaniy na inzhenerno-seismometricheskoi stantsii.* Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Denisov A.S., Katrenko V.G. Declared 23.06.2017. (In Russian).
 16. Patent RF 2655462. *Seismicheskii pribor dlya izmereniya dinamicheskikh vozdeistvii pri monitoringe tekhnicheskogo sostoyaniya nesushchikh konstrukt-sii zdaniy i sooruzhenii.* Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Denisov A.S., Katrenko V.G. Declared 23.06.2017. (In Russian).

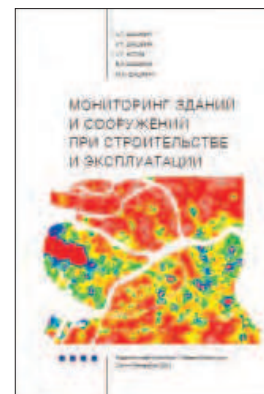
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Авторы: А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин, С.Г. Богов, В.А. Шашкин, М.А. Шашкин
(практическое руководство под редакцией д.г.-м.н. Шашкина А.Г.)
Санкт-Петербург: Геореконострукция, 2021. 640 с.

В монографии раскрывается содержание мониторинга механической безопасности при новом строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений. Показывается значение мониторинга не только как средства контроля за сохранностью городской застройки, но и как профилактического средства, позволяющего своевременно обнаружить и диагностировать негативные тенденции и принять адекватные меры по нормализации технического состояния сооружения. Отмечается необходимость построения мониторинга как интерактивного процесса, базирующегося на компьютерной модели взаимодействия сооружения и основания. Это позволяет корректно интерпретировать результаты мониторинга, а также выполнять обратные расчеты для совершенствования исходных расчетных схем и физических моделей материалов и грунтов.

По вопросам приобретения обращайтесь: E-mail: georeconstruction@gmail.com WWW: geo-bookstore.ru



Учебное пособие «Промышленное и гражданское строительство. Введение в профессию»

Авторы: Грызлов В.С., Ворожбянов В.Н., Гендлина Ю.Б., Залипаева О.А., Каптюшина А.Г.,
Медведева Н.В., Петровская А.А., Поварова О.А., Чорная Т.Н.
Научный редактор – д-р техн. наук, проф. В.С. Грызлов
Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 276 с.

Дана общая характеристика профессии строитель. Приведены сведения из истории развития строительной отрасли. Предложено краткое описание видов строительной продукции, особенностей проектирования строительных объектов, технологии и порядка организации возведения зданий и сооружений; раскрыты вопросы менеджмента в строительстве. Подчеркнута важность строительной науки и цифровизации строительной деятельности. Отдельная глава посвящена особенностям организации инженерно-строительного обучения. Для студентов бакалавриата, начавших обучение по направлению «Строительство». Может быть использовано для профориентационной работы с выпускниками школ.

По вопросам приобретения обращайтесь в издательство «Инфра-Инженерия»



УДК 94.(47).066

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-62-69>

П.В. ПАНУХИН, канд. архитектуры (panuh@mail.ru)

Московский архитектурный институт (Государственная академия) – МАРХИ (107031, г. Москва, ул. Рождественка, 11)

«Полуденный вояж» Екатерины II и контрвояж леди Крейвен в контексте позиционирования Крыма и Новороссии как центральных пространств Греческого проекта

Приведен анализ Греческого проекта Екатерины II, основным целеполаганием которого явилось утверждение православных ценностей России как преемницы Византии и воплощения «Третьего Рима» в южно-европейском геополитическом позиционировании. По своей функции, задуманный Екатериной и Потемкиным, вояж в «полуденный край» был не чем иным, как высочайшим инспекторским осмотром вновь обретенных земель Новороссии и Крыма после Русско-турецкой войны 1768–1774 гг. Автор исследует попытку британских спецслужб помешать позиционированию Крыма как территории русского православного мира путем организации «контрвояжа» в Крым своего агента, путешественницы леди Элизабет Крейвен для сбора стратегической информации, составления карты полуострова и описания его населенных пунктов.

Ключевые слова: инспекторский осмотр, Греческий проект, Российская империя, Османская империя, Крым, Новороссия, Екатерина II, Григорий Потемкин, леди Элизабет Крейвен, «Полуденный вояж», геополитическое позиционирование, британские спецслужбы, топографические карты, Русско-турецкая война.

Для цитирования: Панухин П.В. «Полуденный вояж» Екатерины II и контрвояж леди Крейвен в контексте позиционирования Крыма и Новороссии как центральных пространств Греческого проекта // *Жилищное строительство*. 2023. № 3. С. 62–69. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-62-69>

P.V. PANUKHIN, Candidate of Architecture (panuh@mail.ru)
Moscow Institute of Architecture (State Academy) – MARKHI (11, Rozhdestvenka Street, 107031, Moscow, Russian Federation)

Catherine II's "Midday Voyage" and Ledy's Craven Contrvoyage in the Context of Positioning Crimea and Novorossiya as the Central Spaces of the "Greek Project"

The article analyzes the "Greek project" of Catherine II, the main goal of which was the assertion of Orthodox values of Russia as the successor of Byzantium and the embodiment of the "Third Rome" in the South European geopolitical positioning. According to its function, the voyage to the "noonday region" conceived by Ekaterina and Potemkin was nothing more than the highest inspection of the newly acquired lands of Novorossiya and Crimea after the Russian-Turkish war of 1758–1774. The author also analyzes the attempt of the British special services to prevent the positioning of Crimea as the territory of the Russian Orthodox world by organizing a "counter-voyage" to the Crimea of their agent, traveler Elizabeth Lady Craven to collect strategic information, drawing up a map of the peninsula and describing its settlements.

Keywords: inspection, Greek project, Russian Empire, Ottoman Empire, Crimea, Novorossiya, Catherine II, Grigory Potemkin, Elizabeth lady Craven, midday voyage, geopolitical positioning, British special services, topographic maps, Russo-Turkish war.

For citation: Panukhin P.V. Catherine II's "Midday voyage" and ledy's Craven contrvoyage in the context of positioning Crimea and Novorossiya as the central spaces of the "greek project". *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 62–69. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-62-69>

Победа России в войне с Османской империей 1768–1774 гг. радикально изменила соотношение сил в Черноморском бассейне (рис. 1). Резонансное действие Кючук-Кайнарджийского мирного договора, подписанного между двумя державами по итогам войны, и последовавшая вслед за этим событием тонкая политика Екатерины II в отношении Крыма оказались настолько эффективными, что Крымское ханство при отсутствии поддержки Турции оказалось абсолютно нежизнеспособным. В 1783 г. последний крым-

ский хан Шагин-Гирей оставил Бахчисарай и уехал в Петербург. В соответствии с Манифестом Екатерины Великой от 8 (19) апреля 1783 г. Таврический полуостров вошел в состав Российской империи [1] (рис. 2). Казалось, что с османским прошлым городов Крыма как огромных рынков по торговле рабами покончено навсегда. Однако через четыре года после конфирмации Манифеста России пришлось отстаивать свои позиции в Причерноморье. Турки не сразу смирились с потерей Таврического полуострова и пред-

приняли попытку отвоевать его. Западные державы, не желая дальнейшего усиления России, умело играли на желании османов взять реванш. Британия и Германия через свои посольства в Стамбуле проводили политику активного вмешательства в русско-турецкие отношения, постоянно наращивая поставки артиллерийского и стрелкового оружия для турецкой армии.

В 1787 г. Османская империя объявила очередную войну России. Русские армии под началом П.А. Румянцева, Г.А. Потемкина и А.В. Суворова и флот Ф.Ф. Ушакова вновь разгромили войска турецкого султана (рис. 3). Потерпев окончательное поражение на море и на суше, Османская Порта вынуждена была просить мира. *По условиям Ясского мирного договора за Российской империей навечно были закреплены Крым и все Северное Причерноморье.*

После победы над турками Екатерина II решила совершить вояж в завоеванные земли и осмотреть города Новороссии и Крыма. Это весьма масштабное путешествие вошло в историю под названием «Полуденный вояж императрицы» (рис. 4). Визит Екатерины II в Крым явился своеобразной апробацией позиционирования главной оси Греческого проекта, прочерченной высочайшей монаршей рукой от Санкт-Петербурга до Константинополя. Эта южная «греческая» ось, известная еще со времен похода князя Олега на Константинополь и называемая в Древней Руси «Великим путем из варяг в греки» ставила своей задачей как экономические, так и геополитические цели [2]. Основным целеполаганием «греческой» геополитики Екатерины II явилось утверждение православных ценностей русского мира как преемника Византии и воплощения Третьего Рима в европейском позиционировании. Кроме того, Греческий проект был призван решить вполне конкретные оборонные задачи, связанные с укреплением Российской империи на южном направлении. По своей функции задуманный Екатериной и Потемкиным вояж в «полуденный край» был не чем иным, как высочайшим инспекторским осмотром вновь обретенных земель Новороссии и Крыма (рис. 5).

2 января 1787 г. поезд Екатерины в сопровождении свиты из 120 санных экипажей двинулся из северной столицы на юг [3]. Путь был очень долгим – почти полгода императрица пребывала в дороге, поэтому Потемкин приказал контролировать все почтовые станции, на каждой из которых была подготовлена смена в количестве до трехсот лошадей. От станции к станции поезд сопровождали сменявшие друг друга кавалерийские полки, а по всему пути располагались караульные пешие дозоры. 30 января царский поезд прибыл в Киев. Здесь императрица задержалась до оттепели почти на три месяца. 22 апреля императорский поезд, увеличившийся до 140 экипажей, сменив

полозья на колеса, отправился вниз по Днепру. Свита императрицы была огромной: ее сопровождали около двух тысяч человек, в том числе и многочисленные почетные гости: император Священной Римской империи Иосиф II Австрийский; присоединившийся к вояжу в Херсоне французский посол граф Сегюр; принцы Нассау-Зиген и де Линь; посол Британии Фицгерберт; австрийский посланник Кобенцль. На половине пути, в Каневе, состоялась встреча Екатерины II и польского короля Станислава Августа Понятовского. Данный визит, а также тайное участие в путешествии австрийского императора под именем графа Филькенштейна, присутствие в кортеже английского и французского послов были свидетельством не только большого дипломатического уважения к Греческому проекту Екатерины Великой, но и весьма прозрачным намеком европейским государствам об огромных перспективах России в Причерноморье в условиях подавляющего преимущества русской армии в преддверии новой войны с турками. Тем более что Британия вела двойную игру и всячески провоцировала султана на развязывание войны с Россией.

В окрестностях Кременчуга генерал-фельдмаршал Потемкин устроил для императрицы и гостей военные маневры под командованием генерал-аншефа А.В. Суворова, которые произвели на иностранных гостей сильное впечатление. Граф Сегюр писал: «...русские представляют собой могучую военную силу, больше которой в Понте нет. Вытеснение османов с северных понтийских берегов есть лишь дело времени, и Россия вскоре может преуспеть в этом своем устремлении...» (*Сумароков П. Досуги Крымскаго судьи или второе путешествие в Тавриду по Высочайшему повелению. Ч. I–II. СПб., печ. в Имп. Типографии, 1803, с. 58*).

Главнейшим объектом «Полуденного вояжа» Екатерины II был Крым и осмотр черноморских завоеваний в ходе войны 1768–1774 гг. Именно ради этого и был затеян столь долгий и тяжелый путь в присутствии высоких европейских особ (рис. 6).

31 мая поезд императрицы миновал границы таврических степей и подъехал к Перекопу. Перекопские укрепления (бывшая османская фортеция Ор-Капу) удивили императрицу и гостей уходящим за горизонт Турецким валом и мощью его новых фортификационных сооружений, построенных Потемкиным. В честь императрицы крепость отсалютовала из всех двухсот восьмидесяти орудий. После Перекопа императорский кортеж поехал по новой дороге через Бахчисарай в Севастополь. Вдоль дороги были установлены специальные каменные придорожные обелиски, получившие впоследствии название «екатерининские мили». Здесь Потемкин использовал древнюю, известную еще с римских античных времен традицию, когда глав-



Рис. 1. Аллегория победы Екатерины Великой в Русско-турецкой войне 1768–1774 гг. Стефано Торелли, 1775 г.

Fig. 1. Allegory of the victory of Catherine the Great in the Russo-Turkish War of 1768–1774. Stefano Torelli. 1775



Рис. 2. Манифест «...о присоединении Крыма к державе Российской», 1783 г.

Fig. 2. Manifesto «... on the annexation of Crimea to the Russian State», 1783



Рис. 3. Портрет светлейшего князя Г.А. Потемкина-Таврического. И.Б. Лампи-старший. 1791 г.

Fig. 3. Portrait of His Serene Highness Prince G.A. Potemkin-Tavrichesky. I.B. Lampi Sr. 1791

ный путь, ведущий из Рима в центральную часть Европы, – Фламиниева дорога (via Flaminia), отмечался подобными дорожными столбами, именуемыми «миллиями» (millium). Тем самым подчеркивалась преемственная роль Российской империи как Третьего Рима в контексте екатерининского Греческого проекта.

Пышность путешествия 1787 г. стала притчей во языцех на протяжении многих десятилетий после «Полуденного вояжа». Знаменитые потемкинские деревни, толпы крестьян у обочин с хлебом-солью, многодневные пиры, театрализованные представления и грандиозные ночные фейерверки на пути следования императорского поезда, без всякого сомнения, впечатлили как саму Екатерину, так и сопровождавших ее иностранцев. Однако главные цели вояжа были иными. Помимо внешнеполитического резонанса и желания блеснуть перед европейцами, Екатерина преследовала вполне прозаическую, но крайне важную задачу администрирования вновь присоединенных к империи земель. Жизненно необходимо было создать управленческий аппарат южных территорий, отстроить новые города и привести все это в соответствие с изданными указами о губерниях [4] и Городовым уложением (1775 г.). Назначенные Потемкиным вице-губернаторы, уездные начальники и бургомистры старались как могли, чтобы не оплошать перед императрицей.

Первая большая остановка на полуострове планировалась в Бахчисарае (рис. 7). В Бахчисарае Екатерина пробыла четыре дня, осмотрела ханский дворец, в котором она разместилась, посетила Успенский монастырь,

присутствовала на конных состязаниях татарского полка, расквартированного в городе. 20 мая императорский поезд покинул Бахчисарай и направился в сторону Инкермана. Путь императрицы лежал через холмистую местность и долины рек Альмы и Бельбека. На подъезде к Инкерману Потемкин устроил специально для торжественного приема временный деревянный дворец в восточном вкусе, с просторной обеденной залой в виде просторного шатра, стены которого были укрыты от солнца и полуденного зноя драпировками из турецкой парчи и китайских шелков. Во время трапезы драпировки неожиданно раздвинулись и взорам присутствующих открылось гранди-



Рис. 4. Маршрутная карта «полуденного вояжа» Екатерины II. Санкт-Петербург, 1787 г.

Fig. 4. Itinerary of the «midday voyage» of Catherine II – St. Petersburg, 1787

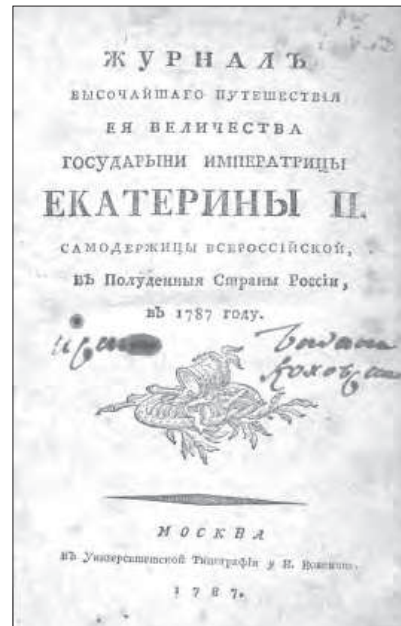


Рис. 5. Журнал путешествия Екатерины II в «полуденные страны России». Ту-тульский лист. 1787 г.

Fig. 5. The journal of Catherine II's journey to the «midday countries of Russia». Title page, 1787



Рис. 6. Панорама города Херсона. Томас Паркер. Литография, 1791 г.
Fig. 6. Panorama of the city of Kherson. Thomas Parker. Lithograph, 1791



Рис. 7. Вид на Бахчисарай. Томас Паркер. Литография, 1792 г.
Fig. 7. View of Bakhchisarai. Thomas Parker. Lithograph, 1792

озное зрелище – с высоты инкерманских холмов на фоне морской панорамы они увидели великолепный вид на севастопольскую бухту, где на рейде стояла новая черноморская эскадра. В кильватерном строю, уходящем за горизонт, было более полусотни кораблей: 3 линкора, 12 фрегатов, 3 бомбарда, 26 клиперов, 8 брандеров и дюжина галер. В составе эскадры были огромный 68-пушечный флагман «Слава Екатерине», вооружение каждого фрегата доходило до 50 пушек, а общее число орудий флота насчитывало свыше 1,5 тыс. стволов. По знаку Потемкина эскадра салютовала императрице из всех орудий 6458 залпами. Зрелище оказало ошеломляющее воздействие на иностранных гостей и продемонстрировало растущую мощь военного флота России.

После торжественного смотра и маневров флота императорский кортеж отбыл в Балаклаву. Потемкин, пожалованный к тому времени титулом князь Таврический, и здесь приготовил для Екатерины очередной сюрприз. Возле селения Кады-Кой императорский по-

езд был торжественно встречен отрядом вооруженных «амазонок», состоявшим из сотни местных гречанок (рис. 8). «Амазонки» были облачены в мундиры из зеленого бархата с золотыми галунами, короткие юбки цвета бордо и белые тюрбаны с султанами из страусовых перьев.

При всей театральности данного представления в нем содержался глубокий смысл. Все девушки отряда были из числа бывших греческих подданных, поступивших на службу российской державе после Архипелагской экспедиции – знаменитого похода русского флота к берегам Греции, венцом которого явилась Чесменская победа. С той поры греческие переселенцы стали замещать уходивших из Крыма турок и татар и селиться близ Балаклавы в селах Камары, Алсу, Чапой, Ак-Кой и Кады-Кой (Сумароков П. Путешествие по всему Крыму и Бессарабии в 1799 году Павлом Сумароковым с историческим и топографическим описанием всех тех мест. Москва. Университетская типография у Ридигера и Клаудия. 1800. М.: Вече, 2018. 112 с.).



Рис. 8. «Амазонская» рота торжественно встречает поезд императрицы на въезде в Балаклаву. Литография, 1787 г.
Fig. 8. The «Amazonian» company solemnly greets the Empress's train at the entrance to Balaklava. Lithography, 1787



Рис. 9. Портрет леди Элизабет Крейвен кисти Томаса Бича. 1776 г.
Fig. 9. Portrait of Elizabeth Lady Craven by Thomas Beach 1776

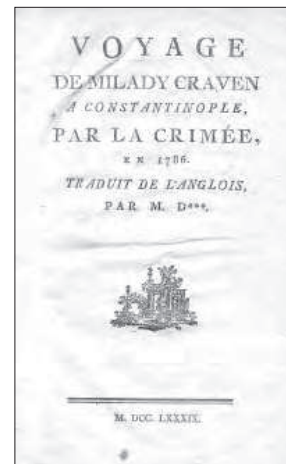


Рис. 10. Титульный лист книги «Путешествие миледи Крейвен в Константинополь в 1796 г. Париж, 1798 г.
Fig. 10. Title page of the book «My Lady Craven's Journey to Constantinople in 1796. Paris, 1798

Вслед за этими землями грекам были дарованы в вечное пользование прибрежные территории от Ливадии до Балаклавы и Балаклавский Георгиевский монастырь на мысе Фиолент. Со временем произошла ассимиляция православного греческого и русского населения. В этом смысле Екатерина была верна своему Греческому проекту. Также она следовала известной демографической политике, которая с успехом осуществлялась в Российской империи еще со времен Петра Великого и заключалась в перемещении молодого генофонда на вновь осваиваемые территории (как было, например, с переселением незамужних женщин с Русского Севера в воронежские и донские земли в связи со строительством корабельных верфей) [5, 6].

Масштабные макроструктурные изменения в позиционировании Крымского полуострова как части Российской империи вызывали чрезвычайную тревогу в политическом Эстеблишменте западноевропейских государств. Дворы Европы прекрасно понимали, что Крым благодаря своему географическому положению является ключом ко всему Черноморскому бассейну и, более того, к средиземноморским проливам. Успехи России в Крыму особенно раздражали британский двор. Премьер-министр и Первый лорд Адмиралтейства Великобритании Уильям Питт Младший видел реальную угрозу в целом ряде препятствий, которые российский флот потенциально мог создать для английского флота в Черном море, Босфоре и Дарданеллах. Учитывая данное обстоятельство, сэр Уильям отправил в Россию своего агента – миледи Элизабет Крейвен (рис. 9). Леди Элизабет, которая была широко известна в светских европейских кругах как путешественница, писательница и художник, должна была войти в доверие лично к Екатерине II и самостоятельно проделать путь из Санкт-Петербурга в древнюю столицу Византийской империи Константинополь через Новороссию и Крым. Этот путь, как известно, был замыслен самой Екатериной II в качестве главной геополитической оси ее Греческого проекта. Также леди Элизабет должна была написать книгу об этом путешествии и издать карту. По своей сути, этот вояж миледи был прикрытием для сбора подробной мониторинговой информации о новой российской земле, причем составление подробной карты было главной целью британской разведки. Старая карта Крыма, составленная Иеронимусом Бенедикти в начале 1780-х гг., была мелкомасштабной и неинформативной (*Бенедикти И. Карта полуострова Таврического или Крыма Иеронимуса Бенедикти (Post Karte von der Halbinsel Taurien oder Krim von Hieronymus Benedicti). Берлин, 1788*).

Новая карта леди Крейвен увидела свет в 1789 г. и вышла в виде приложения к изданию ее путевых записок и писем, названному «Путешествие через Крым



Рис. 12. Гравюра с рисунка леди Элизабет Крейвен «Корабли в Черном море». Британский музей, 1798 г.

Fig. 12. Engraving from a drawing by Elizabeth Lady Craven "Ships in the Black Sea". British Museum, 1798.



Рис. 11. Карта Крыма из книги леди Элизабет Крейвен «Путешествие... в Константинополь». Париж, 1798 г.

Fig. 11. Map of Crimea from the book by Elizabeth Lady Craven «Journey... to Constantinople». Paris, 1798

в Константинополь. Письма его светлости графу Брандербургскому».

Леди Элизабет Крейвен была представительницей древнего аристократического рода Беркли и весьма известной дамой в лондонском свете благодаря острому уму, утонченной красоте, любви к изящным искусствам, но прежде всего своей экстравагантности. Она представляла собой одну из первых эмансипированных женщин, для которой главной ценностью была не семья (ко времени путешествия в Крым у нее уже было шестеро детей) и даже не ее собственные художественные произведения (пять театральных пьес, симфония и две оперы, около десятка изданных книг в прозе и стихотворных сборников, более двухсот живописных и графических работ), а неукротимый эгоизм и дух авантюризма вкупе с тем, с редкой внешней красотой и обаянием. Даже несмотря на измены мужу, ее принимали в свете. Издатель ее трудов Горацио Уолпол так описывал характер леди

Элизабет: «Удивительно видеть столь молодую женщину, всецело увлеченную собой. Сколько чистоты и простодушия в осознании своей собственной красоты и одаренности! Она говорит об этом с такой наивностью, будто они существуют отдельно от нее, а она всего лишь носит их как дар богов» (*Горацио Уолпол. Леди Элизабет Беркли. Генеалогия (Horatio Walpole. Lady Elizabeth Berkeley. Genealogy). Лондон, 1803*). Ко времени крымского вояжа брак леди Крейвен распался и она решила покинуть Лондон и путешествовать по миру.

Данное обстоятельство в соединении с авантюрным складом характера леди Элизабет, а также ее внешность, ум, наблюдательность и умение располагать к себе людей были использованы Уильямом Питтом Младшим в разведывательных целях. Сама идея сбора тайной стратегической информации под предлогом путешествий была не нова, но ее осуществление в екатерининской России представлялось весьма затруднительным делом в связи с тем, что в условиях строгого контроля границ Крыма службы светлейшего князя Потемкина пускали на полуостров далеко не всех иностранцев. Особенно это касалось французов, многих из которых выдворили из России за шпионаж в пользу Турции. Такая участь постигла, к примеру, известного географа и картографа Гийома де Ре, автора одной из лучших карт Тавриды того времени. Расчет Питта был именно на обаяние и непосредственность молодой английской аристократки, к тому же весьма приятной наружности, которую трудно было заподозрить в столь «мужском» ремесле. Перед крымским вояжем леди Элизабет пять лет путешествовала по европейским странам.

В феврале 1786 г. она прибыла в Санкт-Петербург, где удостоилась чести быть принятой императрицей Екатериной II. В ходе беседы речь зашла о новых русских землях в Тавриде, и миледи изъявила желание проделать путь по территории Новороссии и Крыма с целью «поправить здоровье» и даже «купить небольшое имение где-нибудь в районе Балаклавы». Конечно же, это был блеф, и никакого имения леди Элизабет приобретать не собиралась, но тем не менее вояж по южным российским пределам принес ей большую пользу, став причиной выхода в свет известной книги, изданной Уолполлом в Лондоне в 1789 г. Книга сразу стала бестселлером и привлекла к России внимание не только английского, но и всего европейского света. По своему жанру книга являлась классикой беллетристики и состояла из переписки леди Элизабет и маркиграфа Бранденбургского Христиана Фредерика Чарльза Александра, герцога Прусского, ее будущего мужа, которого она в целях конспирации называла «братом». Книга была снабжена маршрутной картой и зарисовками, выполненными самой миледи.

Путешествие и сбор материалов для издания книги полностью оплачивались британским Адмиралтейством. Все вышеуказанные обстоятельства не могли не остаться незамеченными для главы тайной канцелярии графа А.А. Безбородко, который еще весной 1786 г. доложил императрице о прибытии в Санкт-Петербург «тайного агента на якобы торговом судне, все моряки на котором более походили на военных матросов». Вычислить этого агента не представляло особого труда, и за Элизабет Крейвен был установлен негласный надзор. Во время пребывания леди Элизабет в Санкт-Петербурге вся ее почта перлюстрировалась, а когда кортеж миледи отправился из Северной столицы на юг, наблюдение за ней стали вести на ямских станциях во время смены лошадей, а также во время различных обедов и увеселений, которые ей устраивали местные власти по указаниям Потемкина. (*Самойлов А.Н. Жизнь и деяния генерал-фельдмаршала князя Григория Александровича Потемкина-Таврического. СПб.: Русский Архив, стлб. 1233–1235, 1867*). Маршрут вояжа составила сама леди Элизабет (рис. 10), календарный график экспедиции был очень плотным. Так, от Петербурга до Москвы планировалось домчаться на санном ходу по насту за пять дней, а от Москвы до Херсона всего за неделю. Далее график носил весьма произвольный характер, это красноречиво свидетельствовало о том, что главной целью путешествия было изучение именно Крыма. Таврический полуостров напоминал леди Элизабет холмы Британии. Она писала: «Из Крыма получился бы настоящий британский остров. Когда выезжаешь из Перекопа, то местность весьма напоминает наши песчаные холмики, простирающиеся вдоль Англии по берегу моря, а дерн здесь такого же яркого цвета, как и у нас, сравнимый лишь с самым ярким зеленым бархатом» (*Элизабет леди Крейвен. Путешествие через Крым в Константинополь. Письма его светлости графу Бранденбургскому. Лондон, 1797. С. 126*).

Со времени присоединения Крыма к России до вояжа леди Крейвен прошло всего лишь три года. Крымское светское общество еще полностью не сформировалось, а его немногочисленные представители являли собой в основном окружение генерал-губернатора В.В. Каховского. Для них визит леди Элизабет, которую молва именвала английской принцессой, был значительным событием. Ее встечали воистину по королевски – все кавалеры были при параде и наградах, что чрезвычайно изумило миледи: «...я чувствую себя здесь как на приеме в Букингемском дворце, все очень торжественно, военные чины в мундирах, у нас в маленьких городках с этим много проще». Каховский прибыл в Карасубазар из Ак-Мечети специально для того, чтобы сопровождать леди Элизабет. «Губернатор – серьезный, здравомыслящий человек, – писала

она, – ...не могу пожаловаться, что он утаил нечто такое, что могло бы дать мне правдивое представление о его стране. То же могу сказать о любезных русских офицерах, которые предоставили мне несколько карт и все те сведения, какие только я сама хотела знать...» (*Леди Элизабет Крейвен. Путешествие через Крым в Константинополь. Письма его светлости графу Брандербургскому. Лондон, 1797. С. 163*). Леди Крейвен не могла даже предположить, что милые офицеры из команды Каховского предоставили ей «путаные» карты, где специально было изменено расположение целого ряда крымских городов и деревень. Такого рода ложные карты в будущем сильно затруднили пространственное позиционирование Крыма для британского военного ведомства в попытках его территориальных экспансий в отношении полуострова вплоть до Восточной войны 1853–1856 гг. [7].

После Карасубазара и Ак-Мечети леди Элизабет посетила Бахчисарай. Потемкин приказал Каховскому поселить гостью в бывших ханских покоях дворца Шагин-Гирея. Во дворце миледи написала несколько акварельных этюдов и изучила его архитектуру: «Ханский дворец построен неправильно. Большая его часть состоит из одного здания, которое поддерживают деревянные столбы. Он выкрашен и вызолочен странным, но для глаз приятным образом. Арка последней двери сделана по пропорции, а надпись над ней, написанная крупными золотыми словами, является главным ее украшением. Мне говорили, что дворец был полностью разрушен, но губернатор его отстроил, выкрасил и заново позолотил. Его готовили к прибытию государыни... Гарем – весьма просторное здание, гораздо выше остальных строений. Несколько квадратных комнат на нижнем этаже, где полы устланы мраморными плитами, а в центре беспрестанно бьют фонтаны, которые показались мне самыми прекрасными».

Леди Крейвен подчеркнуто восхищалась Крымом как краем с удивительным своеобразием архитектуры, разнообразием ландшафтов, огромными природными богатствами, полезным климатом и чрезвычайно удобным стратегическим положением. В послании «любезному брату» (маркграфу Бранденбургскому) она рассуждала: «...в таком божественном уголке люди могли бы жить как в раю, разумно пользуясь природными благами этой земли». Восторги леди Элизабет были вполне искренни, однако вряд ли кто-либо из сопровождавших ее офицеров им верил – ведь слишком активно она собирала сведения о населении полуострова и всевозможные карты Крыма. С пристальным профессиональным интересом, неожиданным для женщины, она изучала крепости, порты, маяки; расспрашивала о количестве и составе родов войск и делала всевозможные зарисовки. Тем не менее леди Крейвен ни в чем не получала отказа, и офицеры –

эти подчеркнута вежливые люди! – показывали ей все, что она хотела увидеть, и рассказывали все, что она хотела услышать. Находившиеся в кортеже миледи картографы и рисовальщики беспрепятственно снимали планы местностей, где останавливалась экспедиция. Леди Элизабет посещала казацкие станы, казармы; под предлогом морских прогулок совершала каботажные плавания в местах дислокации береговых артиллерийских батарей. Безусловно, сопровождавшие ее офицеры знали о миссии своей подопечной, но аристократический статус леди Элизабет служил для нее своеобразной охранной грамотой. Расчет сэра Уильяма Питта Младшего на обворожительные чары леди Элизабет, ее жизнерадостность непосредственность и харизму оказался верным. Казалось, что миссия миледи с успехом выполнена. «У меня много зарисовок и карт этой местности, выполненных в точности и хорошо растушеванных», – писала она своему «любезному брату» (*Леди Элизабет Крейвен. Путешествие через Крым в Константинополь. Письма его светлости графу Брандербургскому. Лондон, 1797. С. 213*). Миледи даже не догадывалась, что эти карты были большей частью ложными.

Леди Крейвен объехала значительную часть Крыма и посетила Перекоп, Симферополь, Бахчисарай, Карасубазар, Балаклаву, Судак, Каффу. Конечным пунктом ее путешествия был Севастополь. Потемкин прекрасно понимал, что, несмотря на дезинформацию, которую удалось предоставить леди Элизабет, какое-то количество сведений все же было правдиво и это количество с каждым днем могло увеличиться. Поэтому в планы светлейшего входила задача как можно быстрее отправить путешественницу из Крыма обратно в Британию. Подготовленный корабль в течение двух недель стоял у пирса, ожидая миледи. Она под различными благовидными предложениями пыталась остаться на полуострове, утверждая, что ей нужна еще одна неделя, чтобы «...насладиться красотами Крыма». Наконец, она поняла, что «засиживаться в гостях» неприлично, и игры закончились. 30 августа 1786 г. военный фрегат под видом торгового судна покинул Севастопольскую бухту и взял курс на Константинополь. Леди Крейвен увозила с собой записи, впоследствии составившие книгу о ее путешествии по Тавриде и материалы для составления карты Крымского полуострова.

В конечном итоге карта не удалась (рис. 11). Она была пригодна разве что для иллюстративного приложения к книге и представляла собой небольшой лист размером 75×55 см, складывающийся вчетверо. При ее составлении использовался глазомерный способ съемки местности. Тем не менее многие места карты были показаны весьма точно. Однако они представляли собой в основном населенные пункты, лежащие на самом пути следования леди Элизабет. В прибреж-

ной зоне дела обстояли хуже, и там нередко встречалась путаница. Так, Судакская крепость сместилась на карте в сторону мыса Меганом, крепость Чембало оказалась сдвинута к востоку вдоль по побережью, а Каффа – к западу. Это явилось прямым следствием калькирования уже известных «ложных» карт. На прилагаемой к книге карте также видны контуры старой керченской крепости Ени-Кале и городских укрепленных стен, ошибочно сдвинутых при начертании карты к северу от центральной части Керчи в сторону Змеинового мыса. Здесь ошибка карты объяснялась уже другим обстоятельством, связанным с тем, что во время своего путешествия в Крым леди Крейвен не заезжала в Керчь, игнорируя весь Керченский полуостров, а проследовала по дороге из Перекопа сразу в сторону Симферополя. Ее топографы ограничились снятием кальки с готовой «Карты губернии Таврида» Гийома де Ре уже в 1788 г., пребывая дома в Лондоне. Чтобы снять план Керченского полуострова, миледи не хватило «той самой недели» перед отплытием, а отчитываться перед Адмиралтейством о выделенных на карту средствах было необходимо в любом случае. Калькирование произошло поздно: к тому времени осталось позади не только путешествие самой леди Крейвен, но и завершилось знаменитое путешествие Екатерины II в «полуденный край» (рис. 12).

Красивая история с «повторением пути императрицы Екатерины Великой» была не более чем ширмой, служившей прикрытием сугубо разведывательной миссии леди Элизабет. Через полгода после ее возвращения в Лондон на Перекопский перешеек был высажен турецкий десант, который двинулся на Симферополь. Потемкин был вынужден переправить с запада полуострова часть войск под командованием Суворова, которые разгромили турок, отбив охоту у англичан на шестьдесят с лишним лет провоцировать конфликты на территории Таврического полуострова вплоть до событий Восточной (Крымской войны) 1853–1856 гг.

Список литературы

1. Шляпникова Е.А. Границы теперешние обещают покой России... Присоединение Крыма к России в 1783 году // *Военно-исторический журнал*. 2017. № 3. С. 43–46.
2. Белик Ю.Л. Итоги и перспективы исследований крепостей Керченского полуострова. В сб.: *Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья: Материалы международной научной конференции*. Керчь, 2019. С. 70–74.
3. Храповицкий А.В. Журнал высочайшего путешествия Ея Величества Государыни Императрицы Екатерины II Самодержицы Всероссийской, въ Полуденныя Страны Россіи, въ 1787 г. Москва. Въ Унив. тип. у Н. Новикова. 1787. Симферополь: Таврида, 2017. 287 с.
4. Ефимов С.А., Мальгин А.В. Таврическая губерния: административно-территориальное устройство и население. Историческое наследие Крыма: Сб. статей НИЦ крымоведения и охраны культурного наследия Республики Крым. Симферополь, 2022. С. 5–18.
5. Панухин П.В. Пространство и время на картах Крыма. М.: Архитектура-С, 2020. 455 с.
6. Панухин П.В. Пространственная система обороны Крымского полуострова периода действия Парижского договора 1856–1870 годов // *Архитектон: известия вузов*. 2022. № 3 (79). DOI: 10.47055/1990-4126-2022-3(79)5
7. Панухин П.В. Сотрудничество Петра I и Николааса Витсена в позиционировании фортификаций времени Первого и Второго Азовских походов // *Жилищное строительство*. 2022. № 8. С. 3–10. DOI: 10.31659/0044-4472-2022-8-3-10

References

1. Shlyapnikova E.A. The present borders promise peace to Russia... The annexation of Crimea to Russia in 1783. *Voenno-istoricheskii zhurnal*. 2017. No. 3, pp. 43–46. (In Russian).
2. Belik Yu.L. Results and prospects of research of the fortresses of the Kerch peninsula. *In the collection: Bosphorus of Cimmeria and the barbarian world in the period of antiquity and the Middle Ages. Materials of the international scientific conference*. Kerch. 2019, pp. 70–74. (In Russian).
3. Khrapovitsky A.V. Journal of the highest journey of Her Majesty Empress Catherine II Autocrat of All Russia, in the Noonday Country of Russia, in 1787 Moscow. Simferopol': Tavrída. 2017. 287 с.
4. Efimov S.A. Malgin A.V. Taurida province: administrative-territorial structure and population. *Istoricheskoe nasledie Kryma*. Sb. statei NITs krymovedeniya i okhrany kul'turnogo naslediya Respubliki Krym. Simferopol'. 2022, pp. 5–18. (In Russian).
5. Panukhin P.V. Prostranstvo i vremya na kartakh Kryma [Space and time on the maps of the Crimea]. Moscow: Arhitektura-S. 2020. 455 p.
6. Panukhin P.V. Spatial defense system of the Crimean peninsula during the period of the Paris Treaty of 1856–1870. *Architecton: izvestiya vuzov*. 2022. No. 3 (79). (In Russian). DOI: 10.47055/1990-4126-2022-3(79)5
7. Panukhin P.V. Cooperation of Peter I and Nicolaas Witsen in positioning fortifications of the time of the First and Second Azov campaigns. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2022. No. 8, pp. 3–10. (In Russian). DOI: 10.31659/0044-4472-2022-8-3-10

УДК 624.15

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-70-76>

Н.С. СОКОЛОВ^{1,2}, канд. техн. наук, директор (ns_sokolov@mail.ru);
С.Н. СОКОЛОВ², директор ООО «Строитель Форст»,
А.Н. СОКОЛОВ², директор по строительству (forstnpf@mail.ru)

¹ Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

² ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109а)

Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им. К.В. Иванова

Задача обеспечения надежной эксплуатации объектов существующей застройки является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. Как правило, фундаменты любого здания и сооружения вследствие их эксплуатации в сложных условиях подвержены воздействию подземных вод, промерзанию и оттаиванию и другим негативным явлениям. С целью снижения отрицательных воздействий на них, как правило, рабочим проектом предусматриваются горизонтальная и вертикальная гидроизоляция. По истечении времени эти элементы часто выходят из строя, частично или полностью утрачивая первоначально заданные параметры по исключению замачивания фундаментов. Особенно это актуально для объектов культурного наследия (ОКН), поскольку требования по безаварийной эксплуатации повышенные. В статье рассматривается один из случаев технического обследования фундаментов здания Чувашского драматического театра.

Ключевые слова: объект культурного наследия (ОКН), цементация, отсекая гидроизоляция, портландцемент, скважина, пакер-кондуктор, ликвидационный тампонаж, дренаж.

Для цитирования: Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им. К.В. Иванова // *Жилищное строительство*. 2023. № 3. С. 70–76. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-70-76>

N.S. SOKOLOV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering), Director (ns_sokolov@mail.ru);

S.N. SOKOLOV², Director, LLC “Stroitel Forst”;

A.N. SOKOLOV², Director for construction (forstnpf@mail.ru)

¹ Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (15, Moskovsky Avenue, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)

² LLC NPF “FORST” (109a, Kalinina Street, Cheboksary, 428000, Chuvash Republic, Russian Federation)

Inconsistencies in the Reliable Operation of the Cultural Heritage Object – the Chuvash Drama Theater Named After K.V. Ivanov

The task of ensuring reliable operation of existing buildings is an urgent problem in modern geotechnical construction. As a rule, the foundations of any building and structure, due to their operation in difficult conditions, are subject to groundwater, freezing and thawing, and other negative impacts. In order to reduce the negative effects on them, as a rule, the working project provides for horizontal and vertical waterproofing. After the time has elapsed, these elements often fail, partially or completely terminating the originally set parameters to exclude soaking of foundations. This is especially true for objects of cultural heritage (OCH), because the requirements for trouble-free operation are increased. The article deals with one of the cases of technical inspection of the foundations of the building of the Chuvash Drama Theater.

Keywords: cultural heritage object (CHO), cementation, cut-off waterproofing, Portland cement, borehole, packer-conductor, liquidation grouting, drainage.

For citation: Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Inconsistencies in the reliable operation of the cultural heritage object – the Chuvash Drama Theater named after K.V. Ivanov. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 70–76. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-70-76>

Наиболее ответственным конструктивным элементом объекта является фундамент [1–4]. Особые требования по эксплуатации предъявляются к бутовым фундаментам. При этом как горизонтальная, так и вертикальная гидроизоляции должны быть в нормативном состоянии на весь срок службы здания и сооруже-

ния (Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / ЦНИИСК. М.: Стройиздат, 1989).

С целью установления категории технического состояния ОКН было организовано техническое обследование тела фундаментов и цоколя [5–10]. Для

этой цели намечено и выполнено шесть шурфов, исследовались участки цокольной части колонн портика для решения следующих инженеринговых задач: обмеры для проверки геометрических параметров соответствия фундаментов проектной документации; выявление заглубленных участков стен с применением кирпича пустотного; выявление и фиксация дефектов и повреждений заглубленных участков стен, определение технического состояния фундаментов здания; проверка наличия и технического состояния гидроизоляции; инструментальная проверка влажности заглубленных строительных конструкций; инструментальное определение прочностных характеристик заглубленных строительных конструкций; отборы проб грунта для последующих лабораторных определений физико-механических характеристик; оценка несущей способности тела фундаментов. Ниже приведено краткое описание технического состояния тела фундаментов в открытых шести шурфах.

Шурф № 1 в осях 2/(Д-Е) выполнен с уровня пола подвала; проходка на глубину 0,6 м ниже подошвы фундамента. Грунты тяжело поддаются разработке, вертикальные откосы шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатам обмеров фундамент заглублен ниже проектной отметки и соответствует исполнительной документации, габариты фундаментов соответствуют проектной документации. Фундамент из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 0,4 м.

На поверхности бетона имеются раковины, образовавшиеся в результате некачественного уплотнения бетонной смеси и не превышают 5% поверхности монолитного бетона. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено.

По результатам неразрушающего контроля прочность бетона конструкций составляет: бетона монолитного фундамента не менее В15; бетона железобетонной ленты не менее В15.

С целью определения физико-механических свойств грунтов инженерами-геологами произведен отбор проб грунтов для последующих лабораторных исследований. Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования согласно СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» (Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*).

Шурф № 2 в осях 12/Ж выполнен с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глубину 0,41 м ниже подошвы фундамента. Грунты тяжело поддаются разработке, вертикальные откосы

шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатам обмеров габаритные размеры фундамента соответствуют проектной и исполнительной документации. Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 0,4 м. Монолитный фундамент поднимается выше уровня пола на 0,42 м. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте и цоколе не обнаружено.

По результатам неразрушающего контроля прочность конструкций составляет: бетона монолитного фундамента не менее В12.5; бетона железобетонной ленты не менее В12.5; керамического полнотелого кирпича М125; цементно-песчаного раствора кладки М100.

По результатам выборочного контроля зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет 0% (допустимое значение 2%). С целью определения физико-механических свойств грунтов геологами произведен отбор проб грунтов для последующих лабораторных исследований. Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования согласно СП 22.13330.2016 оценивается как работоспособное; цоколя как работоспособное.

Шурф № 3 в осях 10/Н открыт с уличной стороны. Проходка шурфа выполнена на глубину 1,37 м ниже поверхности асфальтобетонного покрытия. Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено. Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, с консолью 0,15 м под цокольную часть кладки. Бутовая кладка заглублена в грунт на 0,54 м. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида.

Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Штукатурный слой в увлажненном состоянии и разрушается. Кирпичная кладка в увлажненном состоянии. По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций составляет: бетона монолитного фундамента не менее В15; керамического полнотелого кирпича М125; цементно-песчаного раствора кладки М100.

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на уровне асфальтобетона составляет от 14,5 до 19,3%, выше асфальтобетона

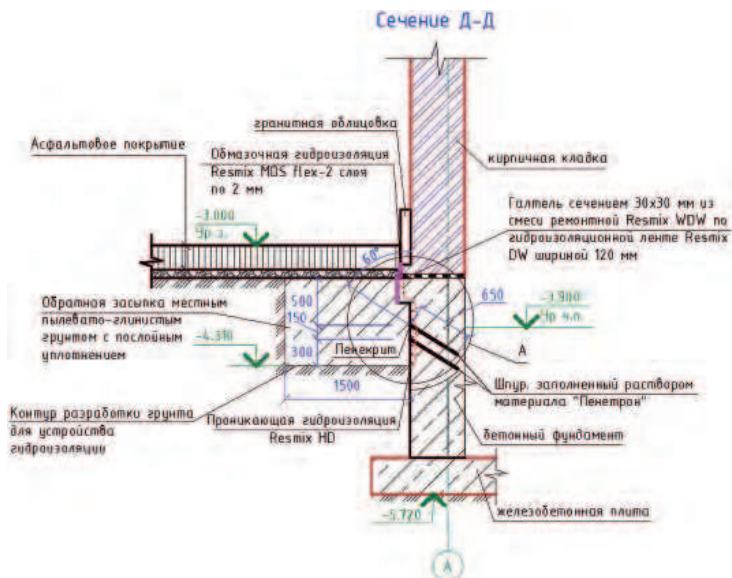


Рис. 1. Схема устройства инъекционных скважин по оси «А»
Fig. 1. Scheme of arrangement of injection wells along the «A» axis

Сечение 2-2, 13-13, 14-14

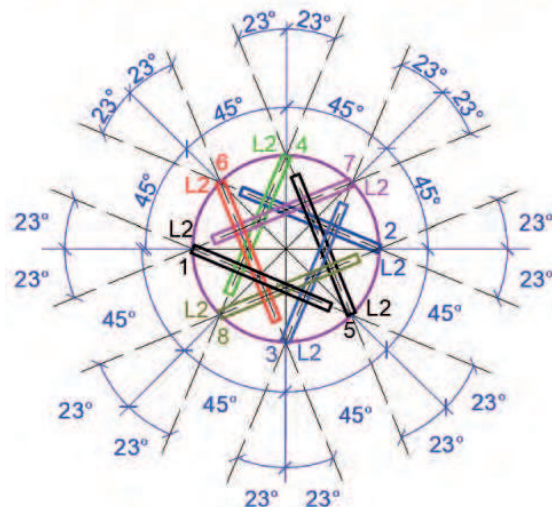


Рис. 3. Схема устройства инъекционных скважин (план в осях «B» и «M»)
Fig. 3. Scheme of the arrangement of injection wells (plan in the axes «B» and «M»)

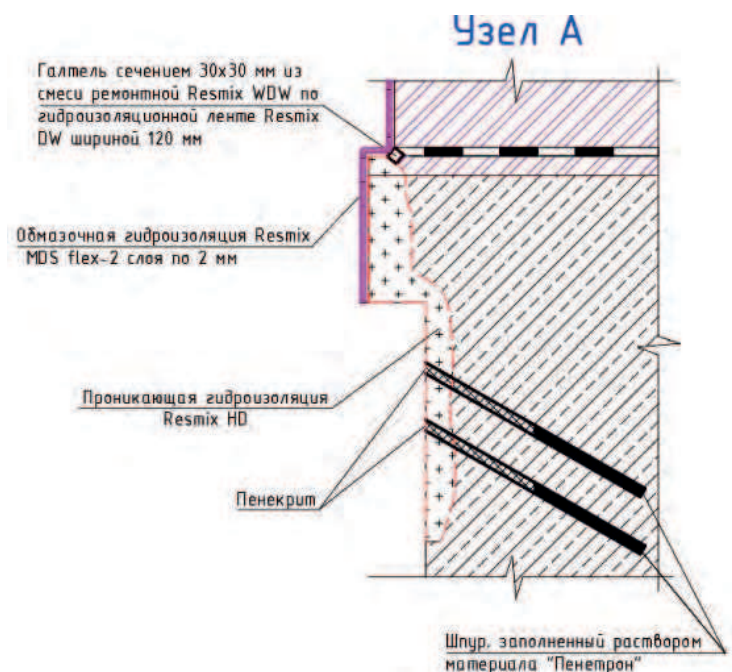


Рис. 2. Схема устройства инъекционных скважин (для устройства проникающей гидроизоляции)
Fig. 2. Scheme of arrangement of injection wells (for penetrating waterproofing)

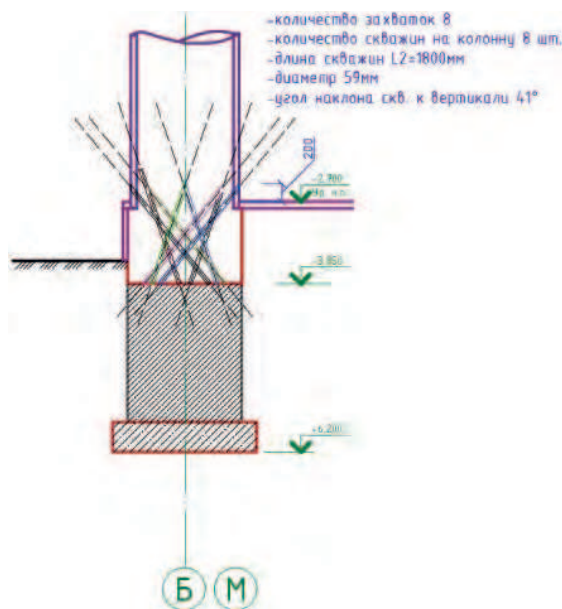


Рис. 4. Схема устройства инъекционных скважин (разрез в осях «B» и «M»)
Fig. 4. Scheme of the arrangement of injection wells (section in axes «B» and «M»)

на 0,25 м – 3,6–7%, на уровне перекрытия от 0 до 2,3%. Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин согласно СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83* «Основания зданий и сооружений» оценивается как ограниченно работоспособное, цоколя – как ограниченно работоспособное.

Шурф № 4 в осях (4-5)/А выполнен с уличной стороны. Проходка шурфа осуществлена на глубину 0,1 м ниже подошвы фундамента. Вертикальные откосы шурфа устойчивые, грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено. По результатам обмеров габаритные размеры фундамента

Алгоритм геотехнической технологии
Geotechnical technology algorithm

1	Цементация выполняется цементно-полимерными растворами состава 1:0,15:0,3 (цемент: полимер ПВА: песок); В/Ц=0,6; модуль крупности песка $M_k=1$
2	Для усиления кладки инъекционный раствор, приготовленный из портландцемента без минеральных добавок марки М500, нагнетается при низких значениях давлений (не более 0,2–0,3 МПа) в ствол скважины до расчетного отказа, за который принимается прекращение поглощения раствора скважиной при давлении нагнетания 0,3 МПа
3	Технологический процесс по цементационному закреплению кладки:
	3.1 разметка устья буровой скважины
	3.2 алмазное бурение скважины диаметром 0,59 м до проектной отметки устья
	3.3 установка пакера-кондуктора в пробуренную скважину
	3.4 изготовление инъекционного раствора
	3.5 нагнетание инъекционного раствора при низких давлениях 0,2–0,3 МПа
	3.6 опрессовка
	3.7 извлечение пакера из скважины
	3.8 ликвидационный тампонаж путем доливки в скважины рабочего раствора и заделка отверстий (после схватывания раствора) песчано-цементным раствором до выравнивания поверхности колонны
4	Буровые скважины в каждой колонне выполняются в восемь захваток в последовательности согласно данного листа. Приступать к бурению последующей скважины допускается после цементации и набора не менее 70% прочности цементационного раствора и тампонажа предыдущей
5	В случае ухода раствора в грунт, о чем свидетельствует резкое снижение давления нагнетания, нагнетание в данной скважине прекратить и дать ей выстояться в течение двух дней, после чего продолжить нагнетание. При необходимости перебурить цементный камень
6	Колонковое бурение следует начинать с колонн по сечению 6–6; 7–7; 8–8; 10–10; 11–11 или 12–12 рабочего проекта
7	Все геотехнические работы по цементации бутовой кладки фундамента должны сопровождаться геодезическим контролем за осадками здания с регулярностью один раз в неделю

соответствуют проектной и исполнительной документации. Фундамент выполнен из монолитного бетона на известковом щебне, с консольным выносом на 140 мм под цокольную часть кладки. Железобетонная лента представляет собой монолитную конструкцию высотой 400 мм. Кладка заглублена в грунт на 360 мм. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Кирпичная кладка под гранитной облицовкой в увлажненном состоянии.

По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций составляет: бетона монолитного фундамента не менее В12.5; бетона железобетонной ленты не менее В12.5; керамического полнотелого кирпича М150; цементно-песчаного раствора кладки М100. По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на уровне асфальтобетона составляет от 2,9 до 6,4%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается согласно СП 22.13330.2016 как ограниченно работоспособное, цоколя – как ограниченно работоспособное.

Шурф № 5 в осях 10'/Н открыт с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глуби-

ну 1,11 м от уровня пола. Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено. Фундамент выполнен из монолитного бетона на известковом щебне. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. На внутренней поверхности стены в штукатурке имеются следы замачивания, но сама стена сухая. Кирпичная кладка не увлажнена. По результатам неразрушающего контроля материала с внешней стороны прочность конструкций фундамента составляет: бетона железобетонной ленты не менее В12.5; керамического полнотелого кирпича М150; цементно-песчаного раствора кладки М50.

По результатам выборочного контроля внутренней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет от 0 до 0,5%. По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на 0,35 м выше асфальтобетона от 4,4 до 10,2%; на 0,9 м выше асфальтобетона 0,0–1,5%; на уровне перекрытия от 0,8 до 1,8%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается согласно СП 22.13330.2016 как ограниченно

работоспособное, цоколя – как ограниченно работоспособное.

Шурф № 6 в осях 14/(Е-Ж) открыт на уровне цокольного этажа с уличной стороны. Расположен на участке входа инженерных коммуникаций. Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено. Бутовая кладка выполнена из одинарного керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений не обнаружено. Кирпичная кладка в сухом состоянии. Имеются участки с выпадением кирпича.

По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе равна 0%. Категория технического состояния цоколя по результатам натурного и инструментального обследования оценивается как ограниченно работоспособное. С целью восстановления гидроизоляции, заполнения трещин и пустот, обеспечения монолитности конструкций фундаментов разработан проект отсечной цементации (рис. 1–4). Алгоритм геотехнической технологии приведен в таблице.

Выводы

1. Целью проведения технического обследования является определение действительного технического состояния элементов здания (цокольной части стены и фундаментов), получение количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, влажности и др.) в объеме, необходимом и достаточном для разработки научно-проектной документации на проведение работ по капитальному ремонту цоколя и фундаментов [10–14].

2. Сведения об объекте культурного наследия регионального (республиканского) значения «Здание Чувашского государственного академического театра им. К.В. Иванова, 1961 г.» расположенном по адресу: Чувашская Республика, г. Чебоксары, Красная пл., 7, включены в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации в качестве объектов культурного наследия регионального (республиканского) значения приказом Минкультуры Чувашии от 10 июля 2020 г. № 01-07/377.

3. В ходе натурного и инструментального обследования технического состояния строительных конструкций выявлены следующие дефекты и повреждения:

3.1. Сквозные осадочные трещины шириной раскрытия 1–2 мм на всю высоту здания в наружных стенах.

3.2. Множественные температурно-усадочные трещины на фасадах по всему периметру здания шириной раскрытия до 1 мм.

3.3. Увлажнение внешних поверхностей стен на уровне цоколя.

3.4. Отслаивание штукатурного слоя в цокольной части на внешних поверхностях стен.

3.5. Локальные участки с расслоением кладки на уровне цоколя (скол внешнего угла стены).

3.6. Недопустимое качество кирпичной кладки цоколя колонн портика, увлажнение, расслоение кладки.

3.7. Горизонтальные и наклонные трещины в кладке на стыке трюмовых помещений со сценической коробкой.

4. По результатам неразрушающего контроля материала прочность заглубленных конструкций составляет: бетона монолитного фундамента не менее В12.5; бетона железобетонной ленты не менее В12.5; керамического полнотелого кирпича кладки стен М125; цементно-песчаного раствора кладки стен М50. *Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта.*

5. Эксплуатационная влажность наружных поверхностей цоколя кирпичных стен превышает нормативные значения. Эксплуатационная влажность внутренних поверхностей кирпичных стен в пределах нормы.

6. Категория технического состояния фундаментов и цоколя внутренних стен, а также цоколя наружных стен по осям 2; 4; В; Л оценивается как работоспособное. Категория технического состояния цоколя остальных наружных стен оценивается как ограниченно работоспособное. Категория технического состояния кладки цоколя колонн портика центрального входа оценивается как недопустимое. Категория технического состояния фундаментов ограниченно работоспособное. Категория технического состояния внутренних стен трюмовых помещений со сценической коробкой оценивается как ограниченно работоспособное.

7. Согласно выполненным расчетам среднее давление под подошвой фундаментов не превышает расчетного сопротивления грунтов в естественном состоянии.

8. С целью недопущения снижения эксплуатационных качеств и технического состояния конструкций здания необходимо выполнить мероприятия по приведению цоколя колонн портика центрального входа и цоколя наружных стен в работоспособное техническое состояние:

8.1. Устройство горизонтальной отсечной гидроизоляции в цокольной части здания.

8.2. Устройство вертикальной гидроизоляции заглубленной части кирпичной кладки.

8.3. Усиление кирпичной кладки цокольной части кирпичных колонн портика цементацией.

8.4. Замена приямков на боковых фасадах.

9. На момент обследования активных деформаций оснований фундаментов не выявлено. Осадочные трещины на фасадах проходят в тех же местах, что выявлены в ранее выполненных работах с 1990 г. Необходимо организовать геодезические наблюдения за осадками здания с целью контроля за деформациями стен и недопущения ухудшения эксплуатационных качеств строительных конструкций в условиях проявления просадочности специфических грунтов, неполного усиления оснований фундамен-

тов газовой силикатизацией, наличием осадочных трещин в стенах и планируемой реконструкции сценического пространства. В качестве основных стеновых марок использовать сохранившиеся, остальные установить заново, реперы использовать ранее установленные и новые. В условиях эксплуатации здания геотехнические наблюдения следует проводить не реже чем через полгода, а в условиях капитального ремонта, реставрации и приспособления – через месяц.

Список литературы

1. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Томск: ГТУ, 1992. 456 с.
2. Гроздов В.Т. Признаки аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений. СПб.: Издательский дом KN+, 2000. 48 с.
3. Полищук А.И., Семенов И.В. Проектирование усиления фундаментов реконструируемых, восстанавливаемых зданий с использованием свай // *Construction and Geotechnics*. 2020. Т. 11. № 4. С. 33–45.
4. Готман Н.З., Сафиуллин М.Н. Расчет усиления сваями плитного фундамента реконструируемого здания // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2022. № 4. С. 2–6.
5. Полищук А.И., Петухов А.А. Способы усиления фундаментов и строительных конструкций цокольной части реконструируемых, восстанавливаемых зданий // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура*. 2018. Т. 9. № 1. С. 42–51.
6. Айгумов М.М., Асланбегов А.И. Технологии усиления оснований фундаментов аварийных и реконструируемых зданий // *Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона*. 2019. № 11. С. 328–332.
7. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. *Proc. Of Fifth Int. Conf. on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
8. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2012. № 2. С. 17–20.
9. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.

References

1. Malganov A.I., Plevkov V.S., Polishchuk A.I. Vostanovlenie i usilenie stroitel'nykh konstrukttsii avariinykh i rekonstruiromykh zdaniy [Restoration and strengthening of building structures of emergency and reconstructed buildings]. Tomsk: GTU, 1992. 456 p.
2. Grozdov V.T. Priznaki avariinogo sostoyaniya neshushchikh konstrukttsii zdanii i sooruzhenii [Signs of an emergency condition of load-bearing structures of buildings and structures]. Saint Petersburg: KN+. 2000. 48 p.
3. Polishchuk A.I., Semenov I.V. Design of reinforcement of foundations of reconstructed, restored buildings using piles. *Construction and Geotechnics*. 2020. Vol. 11. No. 4, pp. 33–45. (In Russian).
4. Gotman N.Z., Safiullin M.N. Calculation of reinforcement by piles of the slab foundation of the reconstructed building. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2022. No. 4, pp. 2–6. (In Russian).
5. Polishchuk A.I., Petukhov A.A. Methods of strengthening foundations and building structures of the basement of reconstructed, restored buildings. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2018. Vol. 9. No. 1, pp. 42–51. (In Russian).
6. Aigumov M.M., Aslanbegov A.I. Technologies for strengthening the foundations of emergency and reconstructed. *Resursoenergoeffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona*. 2019. No. 11, pp. 328–332. (In Russian).
7. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. *Proc. Of Fifth Int. Conf. on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
8. Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of russian megacities underground space. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
9. Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geo-

10. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. *The pros, of the 7thl nt. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011.* tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
11. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. *Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004*, pp. 338–342.
12. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. *Key Enginiring Materials*. 2018. June. 771:75-81. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.75
13. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction. *Key Enginiring Materials*. 2018. June. 771:70-74. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.70
14. Соколов Н.С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены // *Жилищное строительство*. 2021. № 12. С. 23–27. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-23-27>
10. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. *The pros, of the 7thl nt. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011.* tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
11. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. *Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004*, pp. 338–342.
12. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. *Key Enginiring Materials*. 2018. June. 771:75-81. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.75
13. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction. *Key Enginiring Materials*. 2018. June. 771:70-74. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.70
14. Sokolov N.S. One of the cases of strengthening the base of a deformed landslide protection retaining wall. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2021. No. 12, pp. 23–27. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-12-23-27>

Требования к статьям, направляемым для публикации в журнал «Жилищное строительство»

Уважаемые авторы!

Ознакомьтесь с правилами и рекомендациями оформления журнала, размещенными на сайте:

www.journal-hc.ru/index.php/ru/avtoram

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

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графическом редакторе Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импортирование 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 ВСЕМИ 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 (заполненная информационная карта).

Особое внимание библиографическим спискам!

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 2–5 лет в ведущих научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.
 2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние пять 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.

X МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ:
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ»

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ CTT EXPO 2023

24-25
МАЯ 2023



МОСКВА
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»
ОТЕЛЬ «АКВАРИУМ»

Организатор конференции



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

Генеральный спонсор
конференции



СИНЕРГО

Спонсоры конференции



MALININ
GROUP

Fastcon

Официальная поддержка



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр

Генеральные информационные партнеры



www.fc-union.com, info@fc-union.com, +7 (495) 66-55-014, +7 925 57-57-810

12+



PBS

Petro Building Systems

КАССЕТНАЯ УСТАНОВКА

ПОВЫШЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

Кассетная установка Petro Building Systems позволяет вертикально формировать однослойные стеновые панели с ровной поверхностью с двух сторон.

Эта установка экономит производственные площади и снижает затраты на изготовление продукции.

pbsspb.com
zakaz@pbsspb.com
+7 (812) 318-46-60

ПРЕИМУЩЕСТВА КАССЕТНОЙ УСТАНОВКИ PETRO BUILDING SYSTEMS

-  **Усиленный каркас рубашек**
Особая конструкция каркаса не даст формирующей поверхности деформироваться со временем
-  **Высокая точность отсеков**
Допуск плоскостности рубашек 1.5 мм на 3 метра
-  **Ремонтопригодная система обогрева**
Уникальная технология от PBS, не имеющая аналогов
-  **3 варианта теплоносителя**
Вы можете выбрать пар, масло или воду
-  **Свободный доступ ко всем рабочим поверхностям**
Такое решение упрощает и ускоряет процесс эксплуатации установки
-  **Универсальность**
Простота переналадки на выпуск разных по размерам изделий
-  **Обучение персонала**
Онлайн-платформа для сотрудников заводов, обучающая работе на оборудовании
-  **Доказанная надежность**
Проверенные отзывы от ведущих заводов ЖБИ

**СРОК
ОКУПАЕМОСТИ**

1 год

**СКОРОСТЬ ВЫХОДА НА
ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ
МОЩНОСТЬ**

1 мес

**ИНДИВИДУАЛЬНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

