



ISSN 0044-4472

1-2'2017

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

издается с 1958 г.



**Утепление цокольных и первых этажей
эффективной теплоизоляцией ПЕНОПЛЭКС® –
оптимальный выбор для фасадной системы**

подробнее читайте на стр. 18



VII Международная научно-практическая конференция «InterConPan: от КПД к каркасно-панельному домостроению»

InterConPan–2017

International Conference of Large-panel Construction

4–6 апреля 2017 г. / April 4–6, 2017

Чебоксары / Cheboksary

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Состояние базы крупнопанельного домостроения в РФ
- Модернизация предприятий КПД
- Оборудование и технологии
- Современные бетоны, добавки и пигменты
- Архитектурно-планировочные решения
- Качество и энергоэффективность полносборных зданий
- Расчет и конструирование узлов сборных элементов
- Новые решения фасадов
- Опыт строительства крупнопанельного жилья

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ:

- 4 апреля** 1) пленарное заседание
2) выездная сессия:
ОАО «Железобетонные конструкции №1»
Экскурсия по г. Чебоксары
- 5 апреля** Научно-практическая конференция.
Секции: «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»;
«Гибкая технология предприятий ДСК и КПД»
- 6 апреля** выездная сессия:
ООО «ГАЛЕН»
Жилые комплексы (Чебоксары)

Спонсор конференции:



Партнеры конференции:



К проведению конференции готовятся тематические номера журналов
«Жилищное строительство» № 3-2017 г. и «Строительные материалы»® № 3-2017 г.,
в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 15.02.2017 г.

Организационный комитет:

Телефон/факс: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08

kpd-conf@mail.ru;

mail@rifsm.ru

www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3 редакция журнала «Жилищное строительство»

Учредитель журнала
АО «ЦНИИЭП жилища»

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал

Входит в Перечень ВАК
и государственный проект РИНЦ

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

Главный редактор

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

Редакционный совет:

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

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

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

ГАГАРИН В.Г.,
д-р техн. наук (Москва)

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

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

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

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

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

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

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.

1-2'2017

Расчет конструкций

- А.В. ГРАНОВСКИЙ, Б.К. ДЖАМУЕВ, И.В. НОСКОВ
К оценке несущей способности стен из каменных материалов,
армированных металлической сеткой Streck® 3
- П.Д. АРЛЕНИНОВ, С.Б. КРЫЛОВ
Конструктивные решения по снижению усилий в элементах
железобетонного каркаса здания гидроэлектростанции 7

Кадры для отрасли

- О.С. СУББОТИН
Концепция преддипломной практики бакалавров,
обучающихся по профилю подготовки «Проектирование зданий» 11

Информация

- Утепление цокольных и первых этажей эффективной теплоизоляцией ПЕНОПЛЭКС® –
оптимальный выбор для фасадной системы 18
- Уникальные высотные сборные дома в Челябинске спроектированы в Allplan 20

Градостроительство и архитектура

- И.Л. КИЕВСКИЙ, И.Б. ГРИШУТИН, Л.В. КИЕВСКИЙ
Рассредоточенное переустройство кварталов (предпроектный этап) 23

Тепловая защита зданий

- Р.А. ШЕПС, С.А. ЯРЕМЕНКО, М.В. АГАФОНОВ
Учет солнечной энергии при проектировании тепловой защиты зданий 29
- О.Д. САМАРИН
Об обоснованном определении границ отопительного сезона 33

Энергоэффективное строительство

- Т.А. КОРНИЛОВ, Г.Н. ГЕРАСИМОВ
Энергоэффективные решения соединения наружной стены с цокольным перекрытием
малоэтажных домов из ЛСТК в условиях Крайнего Севера 36

Организация строительного производства

- С.А. СЫЧЕВ
Технология скоростного монтажа полносборных зданий
из высокотехнологичных строительных систем 42

Подземное строительство

- Н.С. СОКОЛОВ, С.Н. СОКОЛОВ, А.Н. СОКОЛОВ
Использование буроинъекционных свай при усилении оснований зданий 47
- Л.И. АМИНОВА, О.В. ДОБУДЬКО, Н.Е. РОСТОВСКАЯ
Инженерно-геологические условия районов строительства материковой части
юга Дальнего Востока 52

История архитектуры

- С.В. ИЛЬВИЦКАЯ, И.В. ДУНИЧКИН
Взаимосвязь принципов проектирования культовых и жилых зданий
в традиции ведической архитектуры Васту 55

Сейсмостойкое строительство

- А.В. СОСНИН
Об алгоритме уточнения коэффициента допускаемых повреждений K_1
по кривой несущей способности для оценки сейсмостойкости
железобетонных каркасных зданий массового строительства 60

Founder of the journal

AO «TSNIEP zhilishcha»

Monthly scientific-technical
and industrial journal

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

Editor-in-chief

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

The authors

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

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

Reprinting

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

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

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

1-2'2017

Structural calculations

A.V. GRANOVSKY, B.K. DZHAMUEV, I.V. NOSKOV
To Assessment of Bearing Capacity of Walls From Stone Materials Reinforced
with Metallic Mesh Streck® 3

P.D. ARLENINOV, S.B. KRYLOV
Structural Solutions for Reducing Forces in Elements of Reinforced Concrete Frame
of the Hydropower Station 7

Personnel for the industry

O.S. SUBBOTIN
The Concept of Undergraduate Practice Bachelors, Enrolled in the Training Profile
«Building Design» 11

Information

Heat Insulation of Ground and First Floors with Efficient Heat Insulation «PENOPLEX®»
is Optimal Choice for Facade System 18

Unique High-Rise Buildings in Chelayabinsk Designed with Allplan 20

Town planning and architecture

I.L. KIEVSKY, I.B. GRISHUTIN, L.V. KIEVSKY
Decentralized Rearrangement of City Blocks (Concept Design Stage) 23

Heat protection of buildings

R.A. SHEPS, S.A. JAREMENKO, M.V. AGAFONOV
Mainstreaming Solar Energy in Design of Thermal Protection of Buildings 29

O.D. SAMARIN
On Substantiated Definition of Heating Season Boundaries 33

Energy efficient construction

T.A. KORNILOV, G.N. GERASIMOV
Energy-Efficient Solutions of the External Wall Connection with the Basement Floor
of Low-Rise Buildings of Light Steel Thin-Walled Structures (LSTS) in the Far North 36

Organization of construction works

S.A. SYCHEV
Technology of High-speed Installation of Prefabricated Buildings
of a High-tech Building Systems 42

Underground construction

N.S. SOKOLV, S.N. SOKOLOV, A.N. SOKOLOV
Application of Bored-Injection Piles When Strengthening Building Foundations 47

L.A. AMINOVA, O.V.DOBUDKO, N.E. ROSTOVSKAYA
Engineering-Geological Conditions of Construction Areas
of the Mainland of Far-Eastern South 52

History of architecture

S.V. IL'VITSKAYA, I.V. DUNICHKIN
Interrelation of Design Principles of Cult and Residential Buildings in Traditions
of Vedic Vastu Architecture 55

Anti-seismic construction

A.V. SOSNIN
About a Refinement Procedure of Seismic-Force-Reduction Factor K_1 using
a Pushover Curve for Earthquake-Resistance Estimation of RC LSC Frame Buildings. 60

УДК 693.554

А.В. ГРАНОВСКИЙ¹, канд. техн. наук (arcgran@list.ru),
Б.К. ДЖАМУЕВ¹, канд. техн. наук, И.В. НОСКОВ², инженер

¹ ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО НИЦ «Строительство» (109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6, к. 1)

² Научно-производственное объединение 22 (119071, Москва, ул. Новокузнецкая, 4, стр. 4, оф. 42)

К оценке несущей способности стен из каменных материалов, армированных металлической сеткой Streck®

Представлены результаты экспериментальных исследований прочности при сжатии кладки несущих каменных конструкций зданий из различных стеновых материалов (керамического кирпича, ячеисто-бетонных блоков, керамического крупноформатного пустотно-поризованного камня пустотностью более 50%), армированных металлической сеткой Streck® производства Белорецкого завода сеток и настилов, на действие статической нагрузки. Цельнометаллическая просечно-вытяжная сетка Streck® изготовлена по немецкой технологии из низкоуглеродистого холоднокатаного цельного металлического листа толщиной 0,5–2 мм путем просечки (вырубки) и одновременного его вытягивания. Применение сетки Streck® позволило увеличить несущую способность кладки стен на 10–30%, а также повысить трещиностойкость конструкций на 20–30%. Сетка рекомендована для армирования кладки несущих и самонесущих (в том числе и перегородок) стен зданий с целью повышения их несущей способности и трещиностойкости.

Ключевые слова: просечно-вытяжная сетка Streck®, прочность при сжатии, трещиностойкость, каменная кладка.

Для цитирования: Грановский А.В., Джамуев Б.К., Носков И.В. К оценке несущей способности стен из каменных материалов, армированных металлической сеткой Streck® // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 3–6.

A.V. GRANOVSKY¹, Candidate of Sciences (Engineering) (arcgran@list.ru),

B.K. DZHAMUEV¹, Candidate of Sciences (Engineering); I.V. NOSKOV², Engineer

¹ TSNIISK named after V.A. Kucherenko, JSC Research Center of Construction (6, bldg. 1, 2nd Institutskaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

² Scientific-Production Association 22 (4, bldg. 4, Off. 42 Novokuznetskaya Street, Moscow, 119071, Russian Federation)

To Assessment of Bearing Capacity of Walls From Stone Materials Reinforced with Metallic Mesh Streck®

Results of the experimental study of the compressive strength of the masonry of bearing stone structures of buildings from different wall materials (ceramic brick, cellular-concrete blocks, ceramic large-size hollow-aerated stone with over 50% voidness) reinforced with the metallic mesh Streck® manufactured by the Beloretsk factory of meshes and decking, for the action of a static load. The all-metal expanded mesh Streck® is fabricated according to the German technology from the low carbon cold-rolled solid metal sheet of 0.5–2.0 mm thickness by means of notching (cutting) and simultaneous its extension. The use of mesh Streck® makes it possible to increase the bearing capacity of the wall masonry by 10–30% as well as to improve the crack resistance of structures by 20–30%. The mesh is recommended for reinforcing the masonry of bearing and self-bearing (including partitions) building walls in order to improve their bearing capacity and crack resistance.

Keywords: expanded mesh Streck®, compression strength, crack resistance, stone masonry.

For citation: Granovsky A.V., Dzhamuev B.K., Noskov I.V. To assessment of bearing capacity of walls from stone materials reinforced with metallic mesh Streck®. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 3–6. (In Russian).

Развитие строительной отрасли связано с появлением новых технологий и строительных материалов. В настоящее время в строительстве широкое распространение получила сетка Streck® – современная альтернатива таким видам металлических сеток, как сетка «Рабица», сварные и тканые сетки. Сетка Streck® изготавливается по немецкой технологии из низкоуглеродистого холоднокатаного цельного металлического листа толщиной 0,5–2 мм путем просечки (вырубки) и одновременного его вытягивания. Ячейки, из которых состоит сетка (рис. 1), получают цельными, т. е. без плетения или сварки. Производственный процесс изготовления сетки происходит без потерь материала и практически без отходов.

В Центре исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко совместно со специалистами ЗАО «Белорецкий завод сеток и настилов» (Республика Башкортостан, г. Белорецк) разработана программа экспериментальных исследований прочности несущих камен-

ных конструкций зданий из различных стеновых материалов (керамического кирпича, ячеисто-бетонных блоков, керамического крупноформатного пустотно-поризованного камня пустотностью более 50%) [1–6], армированных металлической сеткой Streck®, на действие статической и динамической нагрузок. Ниже представлены результаты первого этапа экспериментальных исследований прочности каменной кладки, армированной Streck®, на действие статических нагрузок. При проведении настоящих испытаний для армирования опытных образцов кладки использовалась оцинкованная сетка Streck® марки R25Zn толщиной 2 мм производства Белорецкого завода сеток и настилов. В настоящее время завод производит Streck® с длиной ячейки от 6 до 75 мм с шириной ребра от 0,15 до 90 мм и толщиной ребра от 0,15 до 3 мм.

Для оценки влияния металлической сетки Streck® на прочность и деформативность каменной кладки из различ-



Рис. 1. Общий вид использованной сетки Streck®



Рис. 2. Процесс изготовления образцов I серии



Рис. 3. Процесс изготовления образцов II серии (эталонных)



Рис. 4. Процесс изготовления образцов III серии

ных стеновых материалов были изготовлены три серии экспериментальных образцов фрагментов стен:

I серия – фрагменты кладки стен из керамического кирпича на цементном растворе без армирования (эталонные образцы) и с армированием горизонтальных швов каждого ряда кладки (через 7,5 см) сеткой Streck®. Размеры опытных образцов 120×1030×1115(Н) мм;

II серия – фрагменты кладки стен из керамических крупноформатных пустотно-поризованных камней на цементном растворе без армирования (эталонные образцы) и с армированием горизонтальных швов каждого ряда кладки (через 21 см) сеткой Streck®. Размеры опытных образцов 280×1000×1340(Н) и 280×785×1340(Н) мм;

III серия – фрагменты кладки стен из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на клеевом растворе без армирования (эталонные образцы) и с армированием горизонтальных швов каждого ряда кладки (через 20 см) сеткой Streck®. Размеры опытных образцов 200×1250×1250(Н) мм.

В каждой серии для проведения испытаний было изготовлено по три эталонных и три армированных сеткой образца фрагментов стен. На рис. 2–4 показаны фрагменты опытных образцов стен в момент их изготовления.

Испытания проводились по ГОСТ 8829–94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости». Нагрузка на опытные образцы подавалась ступенями, составляющими ~10% от предполагаемой величины разрушающей нагрузки. Интервал между ступенями нагружения составлял 5–7 мин. Методика обработки результатов испытаний включала в себя определение основных нормативных параметров кладки, не-

обходимых как для определения ее несущей способности, так и для выявления показателей, характеризующих особенности работы образцов, армированных металлической сеткой Streck® производства Белорецкого завода сеток и настилов.

Для возможности сравнения показателей прочности неармированной (эталонной) и армированной кладки при различных эксцентриситетах приложения нагрузки к опытным образцам величины напряжения сжатия в кладке (предел прочности) определялись с учетом приведения результатов испытаний внецентренно сжатых образцов к центральному сжатию.

Анализ результатов испытаний. По результатам экспериментальных исследований прочности кладки стен из керамического кирпича марки М125 на цементном растворе марки М75 (эталонные образцы) и М100 (армированные образцы) установлено следующее.

1. Первые волосяные трещины в неармированной кладке (серия Ia) появились при нагрузках, составляющих $0,68 \times N_{\text{разр}}$. В образцах, армированных сеткой Streck®, первые трещины появились практически при нагрузках, близких к разрушающим и составляющих $0,92 \times N_{\text{разр}}$. Т. е. применение сетки Streck® позволило увеличить момент образования первой трещины по сравнению с неармированными образцами на ~30%.

2. Предел прочности кладки при сжатии из керамического кирпича марки М125 на цементном растворе М100, армированной сеткой Streck®, составил 2,66 МПа, что на 25% выше прочности кладки без армирования. Таким образом, как видно из таблицы, применение оцинкованной сетки Streck® толщиной 2 мм с укладкой ее в каждом ряду по высоте образца при растворе прочностью не менее М50 позволило увеличить прочность кладки в среднем на 25%.

Результаты испытаний образцов кладки стен

Серия	Вид кладки	$N_{тр}^I / N_{разр}$	Предел прочности кладки с учетом приведения к центральному сжатию, МПа	Относительная прочность кладки, %
I	Эталон	0,68	2,13	100
	Армир. сеткой	0,92	2,66	125
II	Эталон	0,65	2,04	100
	Армир. сеткой	0,73	2,25	110
III	Эталон	0,66	1,6	100
	Армир. сеткой	0,9	1,86	116



Рис. 5. Растворный шов, армированный сеткой Streck®

3. На рис. 5 показан растворный шов, армированный сеткой Streck®. Как видно, стальные ячейки сетки образуют жесткую матрицу, которая в процессе нагружения конструкции сдерживает деформации растяжения растворного шва и тем самым препятствует более раннему разрушению кладки и позволяет повысить значение момента образования первой трещины.

По результатам экспериментальных исследований прочности кладки стен из керамического крупноформатного пустотно-поризованного камня марки М100 на цементном растворе марки М75 установлено следующее.

1. Первые трещины в неармированной кладке (серия IIa) появились при нагрузках, составляющих $0,65 \times N_{разр}$, в образцах, армированных сеткой Streck® – $0,74 \times N_{разр}$. Как видно из данных таблицы, применение сетки Streck® позволило увеличить момент образования первой трещины в кладке стен из крупноформатного камня высотой 21 см по сравнению с неармированными образцами на ~13%. На рис. 6 показан характер разрушения опытных образцов II серии с армированием сеткой и без нее.

2. Предел прочности кладки, армированной сеткой Streck®, при сжатии составил 2,25 МПа, что на 10% выше прочности неармированной кладки.

3. Как показали исследования работы кладки из крупноформатного камня пустотностью более 45%, выполненные проф. Б.С. Соколовым и его учениками [1–3], отсутствие армирующей сетки при возведении кладки стен из указанного камня ведет к увеличению расхода цементного раствора, попадающего в пустоты камня, на 15–20%, что, кроме этого, значительно снижает теплотехнические характеристики кладки.

По результатам экспериментальных исследований прочности кладки стен из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения класса В3.5 при плотности D500 на клею-растворе «Ytong-Эконом» марки М50 установлено следующее.

STRECK®

КЛАДОЧНАЯ СЕТКА 15-ZN(W)



Естественно. Надежно.

STRECK® 15-ZN(W)-90



STRECK® 15-ZN(W)-180



СЕТКА STRECK® (ШТРЕК®) – ЭТО:

- Качество: изготовлена из оцинкованного металла по европейской технологии согласно EN (евронормам)
- Надежность: сетка повышает несущую способность кладки стен (до 30%, проверено ЦНИИСК им. Кучеренко)
- Удобство: удобный раскрой, рулоны в размер толщины стены.
- Универсальность: возможность применения сетки в кладках с тонким растворным швом (до 3 мм) и для связи слоев кладки стен.

STRECK® 15-ZN(W)-300



000 "Ультра" (УК ЗАО "БЗСН")
г.Магнитогорск
Тел.: +7(3519) 496898
email: osu@bzsн.ru

АПСК Групп. г.Москва
Тел.: +7(495) 9555213;
+7(926) 4706305
email: apsk@bzsн.ru

НПО22. г.Москва
Тел.: +7(495)953-21-29
email: info@np022.com

WWW.BZSN.RU WWW.STRECK-W.COM

Реклама



Рис. 6. Характер разрушения образцов II серии без армирования (а) и с армированием сеткой (б)

1. Первые трещины в неармированной кладке (серия IIIa) появились при нагрузках, составляющих $0,66 \times N_{\text{разр}}$ в образцах, армированных сеткой Streck® – $0,9 \times N_{\text{разр}}$. Применение сетки Streck® позволило увеличить момент образования первой трещины в кладке стен из ячеисто-бетонных блоков высотой 20 см по сравнению с неармированными образцами на ~25–30%. На рис. 7 показан характер разрушения опытных образцов III серии с армированием сеткой и без нее.

2. Как видно из таблицы, предел прочности при сжатии кладки из ячеисто-бетонных блоков класса В3.5 на клею-растворе М50 «Ytong-Эконом», армированной сеткой Streck®, составил 1,86 МПа, что на 16% выше прочности неармированной кладки.

Выводы. При армировании каменной кладки арматурной сеткой Streck® марки R25Zn толщиной 2 мм производства Белорецкого завода сеток и настилов через один ряд (через 7,5 см с учетом толщины растворного шва) по высоте стен несущая способность кладки на 25% выше прочности неармированной кладки. При армировании кладки из камней высотой 21 см (три ряда обычной кладки) повышение прочности составило 10–16%.

Применение сетки Streck® позволяет увеличить момент образования первой трещины по сравнению с неармированными образцами на 10–30%.

Наличие жестких стальных ячеек в сетке, изготовленной по просечно-вытяжной технологии, ведет к существенному снижению интенсивности деформаций растяжения в растворном шве и тем самым препятствует более раннему образованию трещин в кладке и соответственно разрушению кладки.

Арматурная сетка Streck® производства Белорецкого завода сеток и настилов может быть рекомендована для армирования кладки стен с целью повышения ее несущей способности и трещиностойкости.

Список литературы

1. Соколов Б.С. Исследования сжатых элементов каменных и армокаменных конструкций. М.: АСВ, 2010. 104 с.
2. Соколов Б.С., Антаков А.Б., Фабричная К.А. Комплексные исследования прочности пустотно-поризованных керамических камней и кладок при сжатии // *Вестник гражданских инженеров*. 2012. № 5 (34). С. 65–71.

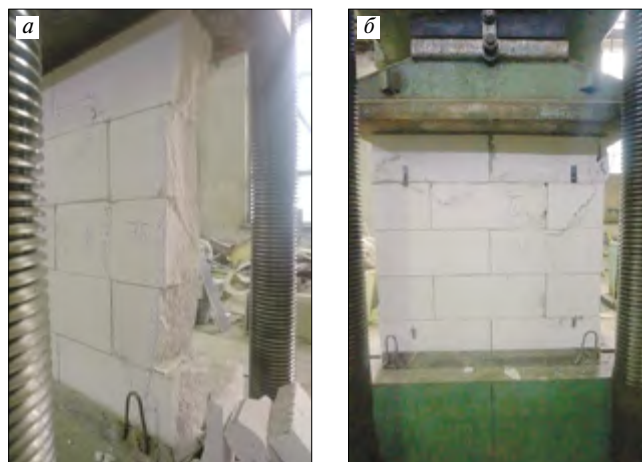


Рис. 7. Характер разрушения образцов III серии без армирования (а) и с армированием сеткой (б)

3. Соколов Б.С. Теория силового сопротивления анизотропных материалов сжатию и ее практическое применение. М.: АСВ, 2011. 160 с.
4. Грановский А.В., Сейфулина Н.Ю. О корректности принятого в СП 15.13330.2012 значения коэффициента Баушингера для кладки стен из крупноформатного керамического пустотелого камня // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 8. С. 66–68.
5. Грановский А.В., Берестенко Е.И. Оценка монолитности кладки стен из крупноформатных многупустотных керамических камней // *Жилищное строительство*. 2013. № 12. С. 31–33.
6. Деркач В.Н., Найчук А.Я. Экспериментальные исследования прочности каменной кладки из пазогребневых силикатных блоков // *Промышленное и гражданское строительство*. 2016. № 6. С. 77–82.

References

1. Sokolov B.S. Issledovaniya szhatykh elementov kamennykh i armokamennykh konstruksii [Researches of the compressed elements stone and the armokamennykh of designs]. Moscow: ASV, 2010. 104 p.
2. Sokolov B.S., Antakov A.B., Factory K.A. Complex researches of durability hollow поризованных ceramic stones and layings in case of compression. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2012. No. 5 (34), pp. 65–71. (In Russian).
3. Sokolov B.S. Teoriya silovogo soprotivleniya anizotropnykh materialov szhatiyu i ee prakticheskoe primeneniye [Theory of power resistance of anisotropic materials to compression and its practical application]. Moscow: ASV, 2011. 160 p.
4. Granovsky A.V., Seyfulina N.Yu. About a correctness of Baushinger's coefficient accepted in the joint venture 15.13330.2012 values for a laying of walls from a large-format ceramic hollow stone. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 8, pp. 66–68. (In Russian).
5. Granovsky A.V., Berestenko of E.I. Otsenk of solidity of a laying of walls from large-format multihollow ceramic stones. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2013. No. 12, pp. 31–33. (In Russian).
6. Derkach V.N., Naychuk A.Ya. Pilot studies of durability of a stone laying from tongue-and-groove silicate blocks. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2016. No. 6, pp. 77–82. (In Russian).

УДК 693.95

П.Д. АРЛЕНИНОВ, канд. техн. наук (arleninoff@gmail.com), С.Б. КРЫЛОВ, д-р техн. наук
Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона
(НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева НИЦ «Строительство» (109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., 6, корп. 1)

Конструктивные решения по снижению усилий в элементах железобетонного каркаса здания гидроэлектростанции

Рассмотрены особенности создания трехмерной модели электропомещений Зейской гидроэлектростанции, которые представляют собой сложное сооружение, состоящее из железобетонных и стальных элементов. По результатам пространственного расчета был обнаружен значительный недостаток (до нескольких раз) несущей способности большинства конструкций. Проведенный анализ работы этих конструкций под нагрузкой показал, что целесообразнее увеличить поперечную жесткость здания, чем усилить отдельные конструкции. Было проанализировано более 50 расчетных схем с различной расстановкой поперечных диафрагм жесткости и в итоге удалось на порядок снизить число усиливаемых конструкций.

Ключевые слова: усилие, каркас, электропомещение, несущая способность, поперечная жесткость здания, диафрагма жесткости, усиление конструкций.

Для цитирования: Арленинов П.Д., Крылов С.Б. Конструктивные решения по снижению усилий в элементах железобетонного каркаса здания гидроэлектростанции // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 7–10.

P.D. ARLENINOV, Candidate of Sciences (Engineering) (arleninoff@gmail.com), S.B. KRYLOV, Doctor of Sciences (Engineering)
Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev,
Research Center of Construction (6, bldg.1, 2nd Institutskaya Street, 109428, Moscow, Russian Federation)

Structural Solutions for Reducing Forces in Elements of Reinforced Concrete Frame of the Hydropower Station

Features of creation of a three-dimensional model of electric premises of the Zeya Hydroelectric Power Station which are a complex facility consisting of reinforced concrete and steel elements are considered. According to the results of the spatial calculation, a significant deficiency (up to several times) of the bearing capacity of most of the structures has been found. The analysis of operation of these structures under load shows that it is more appropriate to increase the lateral rigidity of the building than strengthen individual constructions. Over 50 calculation schemes with various placement of transverse stiffening diaphragms were analyzed and as a result, the number of strengthened structures was managed to reduce by an order.

Keywords: force, electric room, bearing capacity, lateral stiffness of building, stiffening diaphragm, strengthening of structures.

For citation: Arleninov P.D., Krylov S.B. Structural solutions for reducing forces in elements of reinforced concrete frame of the hydropower station. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 7–10. (In Russian).

Зейская ГЭС на реке Зeya в Амурской области является одной из крупнейших ГЭС в России. Масштаб станции можно легко оценить, если взглянуть на политическую карту мира. Водохранилище плотины станции (его называют Зейское море) также видно и из космоса. Длина плотины по гребню составляет 714 м, высота 115 м, а площадь водосбора Зейского моря 82 тыс. км, что примерно соответствует площади небольшой европейской страны, такой, например, как Австрия или Швейцария (рис. 1).

Электропомещения Зейской ГЭС, которые рассматриваются в данной статье, представляют собой каркасное двухэтажное здание из сборных и сборно-монолитных железобетонных конструкций, состоящее из трех блоков. Сбоку дополнительно примыкает здание ЦПУ (центральный пульт управления). На плиту покрытия опираются (жесткий узел) трансформаторные стенки толщиной до 800 мм. В осях 1-го и 2-го гидроагрегата на трансформаторные стенки установлены электрические порталы, представляющие собой три отдельные башни, соединенные горизонтальным поясом,

образующие единую легкую пространственную конструкцию, выполненную из металлических прокатных элементов. Большая часть электропомещений расположена ниже уровня установки трансформаторов (рис. 2).

В зоне горизонтального пояса к порталам подведены электрические провода под углом 59° к оси машинного зала, имеющие отклонение 9° к горизонтали в зоне примыкания к поясу портала.

Особенность работы этой конструкции под нагрузкой в том, что при пространственном моделировании данного сооружения без упрощения влияние стальных электрических порталов становится существенным. Это оказалось возможным потому, что усилия от натяжения проводов (достигают 3,5 т для каждого провода), действующие через плечо башен портала (высота около 16 м), создают изгибающие моменты, которые выворачивают трансформаторные стены, и вслед за ними и перекрытие [1–7].

В дополнение к сложности конструкции на плиту покрытия действует значительная нагрузка, в том числе и динами-



Рис. 1. Общий вид Зейской ГЭС



Рис. 2. Электропомещения
Зейской ГЭС

ческая, от электрических трансформаторов, вес некоторых из них достигает 270 т. При работе с проектной документацией выяснилось, что при проектировании данного сооружения и вплоть до начала строительства выбранная площадка не относилась к сейсмической, и только в 1975 г. приказом Совета министров МЭ и Э (Министерство энергетики и электрификации) СССР район строительства был отнесен к сейсмическому. Основные железобетонные конструкции к тому моменту уже были изготовлены; противосейсмические мероприятия (рис. 3) предусматривались уже во время строительства и представляли собой железобетонные монолитные диафрагмы, расположенные в продольном направлении, и металлические связи, обеспечивающие закрепление промежуточного перекрытия и покрытия станции в поперечном направлении и железобетонному телу плотины.

Противосейсмические мероприятия

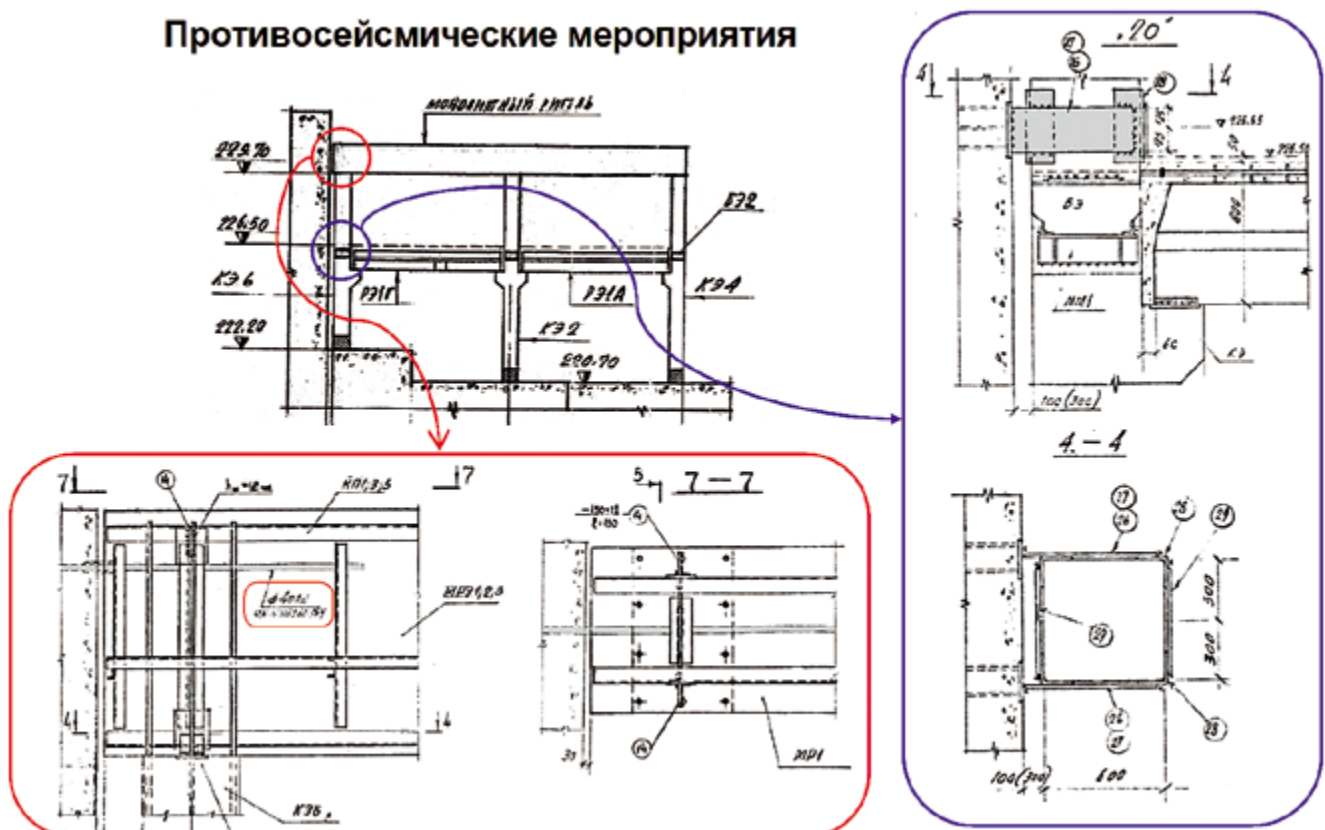
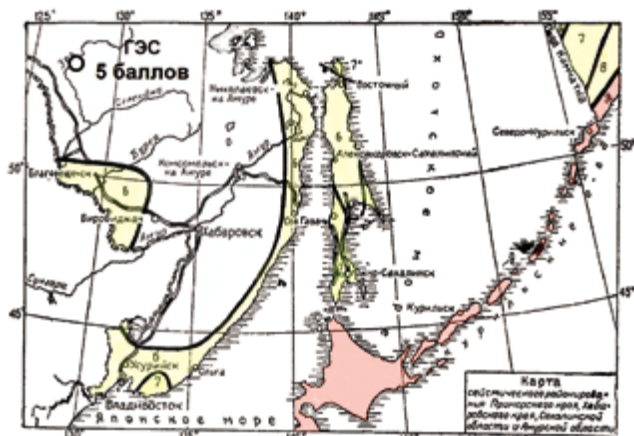


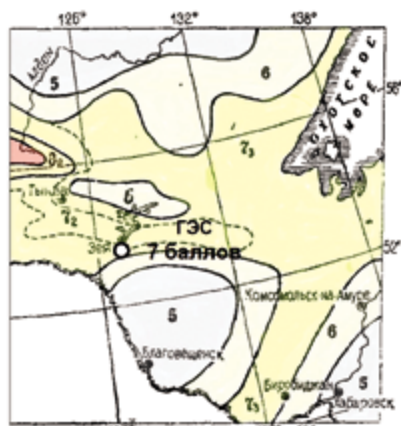
Рис. 3. Противосейсмические мероприятия



СНиП II-A. 12-62 Строительство в сейсмических районах

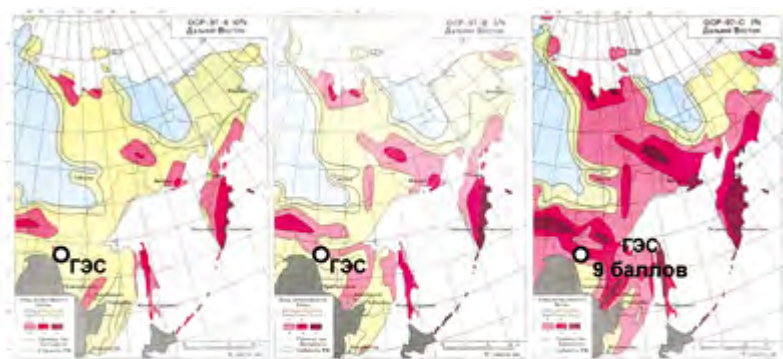


СНиП II-A. 12-69* Строительство в сейсмических районах



СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах

Рис. 4. Сейсмичность в районе Зейского моря



СНиП II-7-81*
СП 14.13330.2011
СП 14.13330.2014 } Строительство в сейсмических районах



Рис. 5. Энергетическое и технологическое оборудование электропомещений. Деформированная трехмерная модель

К настоящему времени СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» несколько раз изменился, и, согласно его последней редакции, актуальная сейсмичность в районе Зейского моря оказалась равной 9 баллов (рис. 4).

По результатам расчета на сейсмическую нагрузку происходит лавинообразное (прогрессирующее) разрушение поперечных связей. Как результат возникает дефицит армирования в большинстве несущих конструкций (рис. 5). В частности, в большей части колонн во всех трех блоках электропомещений, а также в блоке ЦПУ проектного армирования недостаточно, причем для некоторых колонн дефи-

цит составляет до 2,5 раз. Усилить все колонны, в которых имеется дефицит несущей способности, во-первых, очень дорого, во-вторых, трудноисполнимо, поскольку к большинству из них примыкает какое-либо технологическое оборудование (рис. 5), а увеличение несущей способности в 2,5 раза путем усиления влечет за собой однозначное увеличение габаритных размеров колонн.

Поэтому было решено увеличить поперечную жесткость зданий с помощью установки монолитных поперечных диафрагм жесткости. Было проведено вариантное проектирование на усиление, и по каждому блоку было проана-

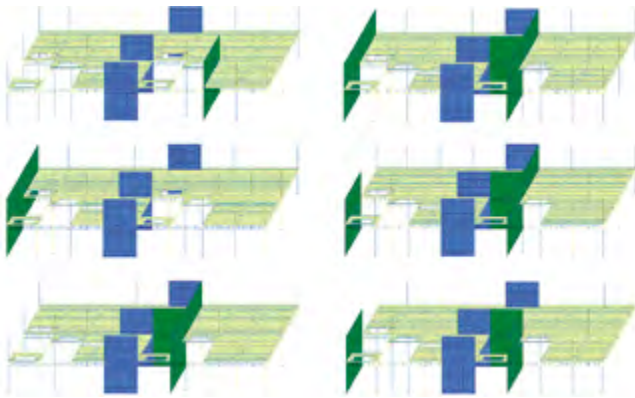


Рис. 6. Моделирование фактической конструкции

лизировано более 15 различных схем установки диафрагм жесткости (всего около 50 по всем трем блокам и ЦПУ). Расположение новых диафрагм жесткости удалось подобрать таким образом (всего 5 шт. на здание длиной более 180 м), что практически полностью был снят вопрос об усилении остальных несущих конструкций. Также это позволило выровнять усилия на подошве фундамента (рис. 6).

Опыт выполнения данной работы показывает важность подробного моделирования фактической конструкции, а также необходимость тщательного инженерного анализа полученных результатов, благодаря которым удалось на порядок снизить число усиливаемых конструкций.

Список литературы

1. Арленинов П.Д., Гончаров Е.Е., Зимнухов Д.В., Крылов С.Б., Сагайдак А.И., Шевляков К.В. Ответственные гидротехнические сооружения. Опыт обследования // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 1. С. 20–22.
2. Арленинов П.Д. Анализ различных методик создания расчетных схем при компьютерном моделировании несущих конструкций // *БСТ. Бюллетень строительной техники*. 2015. № 5 (969). С. 58–59.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций. М.: АСВ, 2014. 539 с.
4. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Остаточный ресурс силового сопротивления поврежденного железобетона // *Вестник Отделения строительных наук Российской академии архитектуры и строительных наук*. 2005. № 9. С. 119–126.
5. Пономарев В.Н., Травуш В.И., Бондаренко В.М., Еремин К.И. О необходимости системного подхода к научным исследованиям в области комплексной безопасности и предотвращения аварий зданий и сооружений // *Мониторинг*. 2014. № 1. С. 5–12.
6. Римшин В.И., Шубин Л.И., Савко А.В. Ресурс силового сопротивления железобетонных конструкций инженерных сооружений // *ACADEMIA. Архитектура и строительство*. 2009. № 5. С. 483–491.
7. Травуш В.И., Колчунов В.И., Ключева Н.В. Некоторые направления развития теории живучести зданий и сооружений // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 3 (59). С. 4–11.

References

1. Arleninov P.D., Goncharov E.E., Zimnukhov D.V., Krylov S.B., Sagaidak A.I., Shevlyakov K.V. Responsible

hydraulic engineering constructions. Experience of inspection. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 1, pp. 20–22. (In Russian).

2. Arleninov P.D. The analysis of various techniques of creation of settlement schemes at computer modeling of the bearing designs. *Byulleten' stroitel'noi tekhniki*. 2015. No. 5 (969), pp. 58–59. (In Russian).
3. Bondarenko V.M., Rimshin V.I. Primery rascheta zhelezobetonnykh i kamennykh konstruksii [Examples of calculation of reinforced concrete and stone designs]. Moskva: ASV, 2014. 539 p.
4. Bondarenko V.M., Rimshin V.I. Residual resource of power resistance of the damaged reinforced concrete. *Vestnik Otdeleniya stroitel'nykh nauk Rossiiskoi akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk*. 2005. No. 9, pp. 119–126. (In Russian).
5. Ponomarev V.N., Travush V.I., Bondarenko V.M., Eremin K.I. About need of system approach to scientific research for area complex safety and accident prevention of buildings and constructions. *Monitoring*. 2014. No. 1, pp. 5–12. (In Russian).
6. Rimshin V.I., Shubin L.I., Savko A.V. Resource of power resistance of reinforced concrete designs of engineering constructions. *ACADEMIA. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2009. No. 5, pp. 483–491. (In Russian).
7. Travush V.I., Kolchunov V.I., Klyueva N.V. Some directions of development of the theory of survivability of buildings and constructions. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 3 (59), pp. 4–11. (In Russian).

УДК 378.147.88:721.01

О.С. СУББОТИН, д-р архитектуры (subbos@yandex.ru)

Кубанский государственный аграрный университет (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13)

Концепция преддипломной практики бакалавров, обучающихся по профилю подготовки «Проектирование зданий»

Рассмотрены важнейшие положения преддипломной практики бакалавров, являющейся составной частью образовательного процесса вуза и предшествующей дальнейшей выпускной квалификационной работе. Ведущая роль принадлежит основным целям и задачам указанной практики, рекомендациям дипломного руководителя и руководителей практики. Особое значение уделено проектной документации, технологическим процессам проектирования и сфере профессиональной деятельности будущих выпускников. Раскрывается необходимая характеристика студента, его отношение к предстоящей практике. Обозначаются исходные данные для проектирования объектов гражданского и промышленного назначения, объектов реконструкции и реставрации, необходимые для выполнения выпускной квалификационной работы согласно выбранной теме. Уточняются итоговые моменты преддипломной практики, а именно выполнение в образовательном учреждении обязательной клаузуры по намеченной теме для ее оценки и проставления итоговой отметки за прохождение практики.

Ключевые слова: бакалавр, преддипломная практика, проектирование, подготовка, знания, опыт, строительство, руководитель, студент, объект, клаузура.

Для цитирования: Субботин О.С. Концепция преддипломной практики бакалавров, обучающихся по профилю подготовки «Проектирование зданий» // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 11–17.

O.S. SUBBOTIN, Doctor of Architecture (subbos@yandex.ru)
Kuban State Agrarian University (13, Kalinina Street, 350044, Krasnodar, Russian Federation)

The Concept of Undergraduate Practice Bachelors, Enrolled in the Training Profile «Building Design»

Considered the most important provisions of undergraduate practice bachelors, which is an integral part of the educational process of the university and the further preceding the final qualifying work. The leading role belongs to the main goals and objectives of this practice, the recommendations of graduate manager and supervisors. Particular importance is given to the project documentation, process design and the sphere of professional activity of the future graduates. It reveals the essential characteristics of the student, his attitude to the upcoming practice. Refers to the original data for the design of civil and industrial objects, objects of reconstruction and restoration required for the performance of final qualifying work, according to the chosen theme. Refines the final moments of undergraduate practice, namely the implementation of an educational institution of mandatory klauzury the intended subject, for its evaluation and putting the final mark for the internship.

Keywords: bachelor, undergraduate practice, design, training, knowledge, experience, construction, supervisor, student, object, klauzura.

For citation: Subbotin O.S. The concept of undergraduate practice bachelors, enrolled in the training profile «Building Design». *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 11–17. (In Russian).

Преддипломная практика – главная составляющая учебного процесса бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль подготовки академического бакалавриата «Проектирование зданий». Указанная практика проводится в полном соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом. Основное отличие преддипломной практики от производственной в том, что студент во время ее прохождения обращает внимание только на моменты, необходимые при выполнении выпускной квалификационной работы. Вместе с тем данная практика – не только обобщение академических знаний, полученных в вузе, но и приобретение практических знаний в соответствующей организации (предприятии). Это особенно важно для студента, так как полученные практический опыт и знания могут быть применены в дальнейшем процессе выполнения выпускной квалификационной работы.

Будущему выпускнику необходимо уметь: мыслить и действовать нестандартно – во всех направлениях деятельности, чтобы действовать быстрее конкурентов; использовать новые многочисленные технологии для создания эффективных предложений [1–2].

Основные цели прохождения практики заключаются в следующем:

- углубление знаний, полученных в вузе;
- ознакомление с навыками работы в трудовом коллективе, более углубленное ознакомление с методами профессиональной деятельности специалиста в сфере проектирования зданий;
- расширение профессионального кругозора в области проектирования гражданских, промышленных зданий и сооружений, а также в области градостроительства;
- приобретение и закрепление практических навыков профессиональной деятельности;

– подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

Достижение этих целей поможет студентам в освоении теоретических знаний в университете, а выпускникам позволит ускорить процесс адаптации в условиях современного производства.

Задачи преддипломной практики:

- научиться применять в практической деятельности теоретические знания, полученные при изучении лекционных курсов и практических занятий в вузе;
- развить опыт проектирования, полученный в процессе выполнения курсовых проектов по типологии и архитектурно-конструктивному проектированию;
- определить окончательную уточненную тему дипломного проекта;
- подготовить конспективное задание, включающее необходимые исходные данные для проектирования;
- ознакомиться с проектными, нормативными и литературными материалами по теме проекта, выявить перспективные предложения по объемно-планировочным и конструктивным решениям объектов, соответствующих тематике проекта;
- по возможности принять участие в реальной проектной работе по тематике, соответствующей дипломному проекту.

Наряду с этим в ходе прохождения преддипломной практики студент должен знать структуру организации, в которой он работает; взаимодействие различных проектных подразделений (отделов, групп) со специалистами, выполняющими смежные разделы проектов; основные направления работ организации; виды выполняемой проектной документации.

Следует отметить, что согласно п. 2 ст. 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ проектная документация представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта.

В результате прохождения проектной практики студент обязан уметь четко планировать свою проектную деятельность; грамотно производить расчет времени на выполнение различных видов проектных работ; выполнять необходимые проектные работы в составе коллектива и в установленные сроки; выполнять различные виды проектных заданий в соответствии с поручениями от непосредственного руководителя.

Наряду с этим студенты должны четко представлять, чем завершаются их проекты, какие стандарты должны быть соблюдены, они должны также учитывать находящиеся вне их контроля обычаи и правила, помогающие сделать проект понятным клиенту [3].

Задача заключается в том, чтобы уяснить желания заказчика и понять, как можно их реализовать при существующих ограничениях со стороны общего градостроительного плана и местного законодательства, а также удовлетворить при этом более широкие требования организаций, которым поручено защищать и преумножать местное и национальное культурное достояние [4].

В качестве баз для проведения преддипломной практики выбираются организации (проектные институты, проектные и творческие архитектурные мастерские, конструкторские бюро и т. п.), независимо от форм собственности соответствующие профилю подготовки «Проектирование зданий». Студент самостоятельно или по предварительной договоренности образовательного учреждения выбирает организацию для прохождения практики.

Во время выполнения заданий преддипломной практики необходимо соблюдать:

- рекомендации руководителя практики от вуза;
- рекомендации руководителя преддипломной практики от конкретной организации (базы прохождения);
- рекомендации дипломного руководителя.

Отношение студента к данной практике должно быть достаточно серьезное и ответственное. Дипломным руководителем даются надлежащие рекомендации по прохождению преддипломной практики, которые включают в себя все необходимые инструкции, для выполнения заданий. Студенту желательно фиксировать свои результаты, наблюдения и размышления на бумажном и электронном носителе в процессе выполнения преддипломной практики, так как эти материалы он может использовать при выполнении выпускной квалификационной работы.

Важным моментом в данных материалах является выявление и исследование проблемных областей деятельности, формулировка выводов о данных проблемах и возможных методов их решения. Особое внимание следует уделять разработке архитектурных чертежей.

Архитектурный чертеж – один из наиболее непосредственных способов самовыражения: рука зодчего словно бы движется сама, спеша закрепить основные черты замысла. Вместе с тем такой чертеж – своего рода грань или скорее связующее звено между теоретическим и художественным этапом работы и технической, конструкторской и строительной фазой. Такой чертеж, может принимать самые разные формы: технические чертежи, наброски от руки, эскизы, изображения всего сооружения или какой-то его части, зачастую сопровождаемые авторскими пояснениями и другими ссылками [5] (рис. 1–2).

В ходе преддипломной практики, согласно намеченной теме выпускной квалификационной работы, необходимо обозначить наиболее предпочтительный материал для изготовления основных конструктивных элементов (фундамент, стены, перегородки, каркас, перекрытия и т. п.) будущего проектируемого здания или сооружения: металл, железобетон или дерево.

Основным результатом преддипломной практики должен быть потенциально более полный набор исходных данных для проектирования здания гражданского или промышленного назначения:

- 1) уточненное название проектируемого объекта (например, «Детский сад на 60 мест по ул. Московской в г. Краснодаре», «Курортная гостиница на 200 мест по ул. Южной в г. Геленджике», 16-этажный двухсекционный жилой дом по ул. Ландышевой г. Сочи» и т. п.);
- 2) сведения о районе строительства:
 - название населенного пункта (городского или сельского), в составе которого или вблизи которого предполагается построить проектируемый объект;
 - климатические условия в соответствии с СП 131.13330.2012. «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01–99*»;
 - светоклиматические условия в соответствии с СП 52.13330.2011. «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05–95*»;

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ

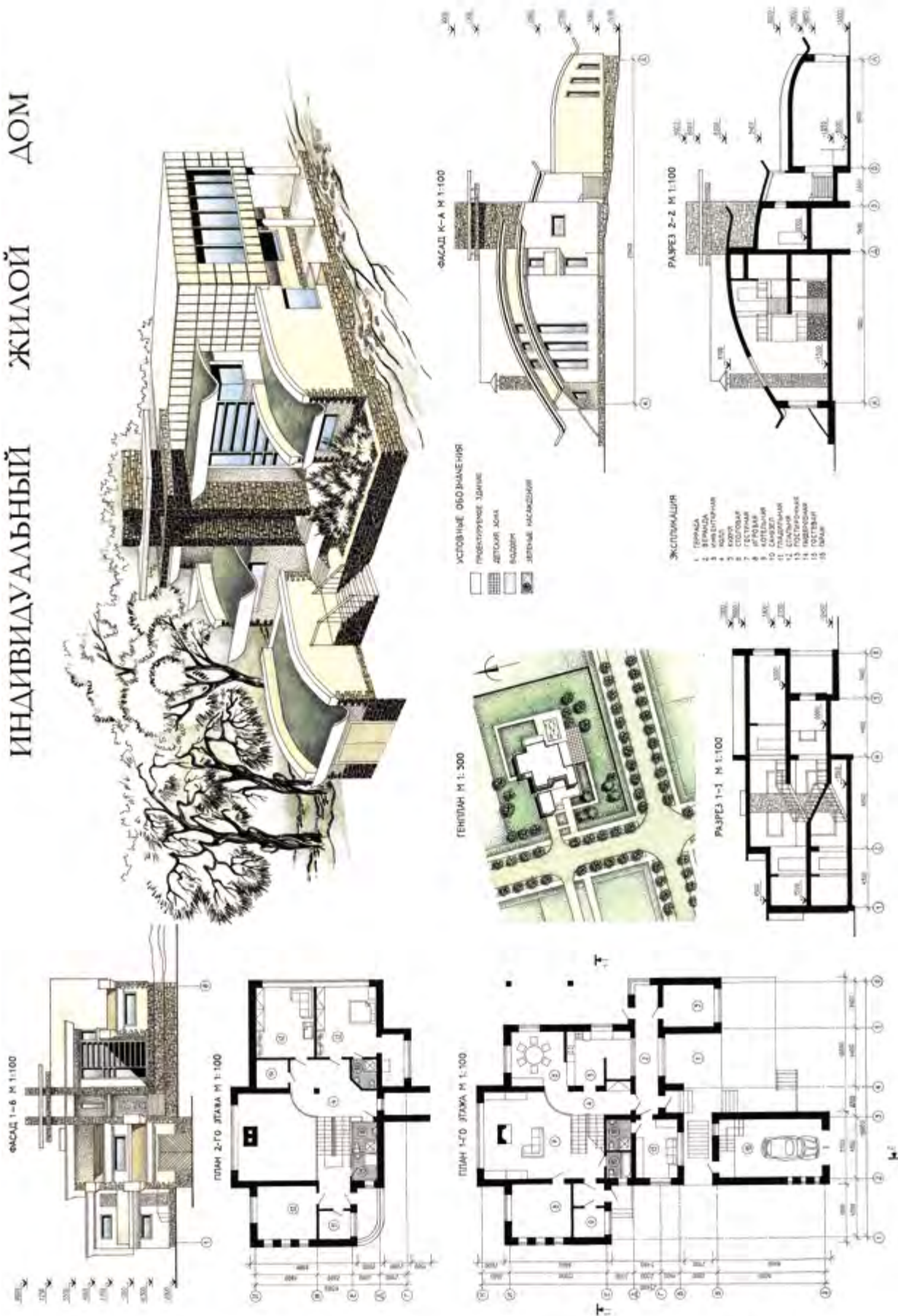


Рис. 1. Графический архитектурный чертёж. Жилой дом. Студент Н.Б. Туркова. Рук. О.С. Субботин



Рис. 2. Компьютерный архитектурный чертеж. 3D-модель квартала. Студент И.И. Курдюкова. Рук. О.С. Субботин

3) ситуационный план – графический план, отражающий положение объекта в градостроительной, ландшафтно-планировочной системе города или района с выявлением функциональных, композиционных и транспортных связей (М 1:2000 – М 1:5000);

4) топография территории строительства, на которой предполагается разместить объект (желательно в виде топографической съемки в М 1:500 или М 1:1000 – для крупных объектов с обозначением горизонталей, характеризующих уклон местности, и ориентировкой площадки по странам света);

5) инженерно-геологические изыскания по площадке (комплексное изучение природных и техногенных условий территории региона, района, площадки, участка, трассы и охраняемой территории объектов культурного наследия);

6) физико-технические параметры: условия инсоляции и освещенности; микроклимат и характеристики внутренней среды и т. п.;

7) конструктивные данные по зданию;

8) сведения о наличии местной базы строительной индустрии и в соответствии с этим возможность применения конструкций местного изготовления; источники временного и постоянного энерго- и водоснабжения;

9) нормативные документы, литературные источники, проекты-аналоги.

В зависимости от выбранной темы дипломной работы – гражданское или промышленное здание, реконструкция или реставрация существующего объекта – следует уточнить дополнительные данные помимо перечисленных выше.

Для объектов гражданского назначения:

1) требования, предъявляемые к проектируемому объекту в зависимости от его назначения. Так, жилые дома классифицируются по социально-экономическому статусу: социальное жилище или коммерческие дома;

2) сведения по архитектурно-планировочной структуре – совокупности функционально и эстетически (композиционно) обоснованных, пространственно сориентированных связей и узлов:

– тип здания, этажность, число и состав секций, высота этажей, количество разных типов квартир и их процентное соотношение;

– вместимость или пропускная способность для общественных зданий;

3) специфические особенности функциональной организации проектируемого объекта:

– планировочное выделение основных функциональных зон и систематизированный перечень помещений с нормируемыми площадями;

– горизонтальные и вертикальные коммуникационные пути, отвечающие требованиям эвакуации;

– условия беспрепятственного доступа инвалидов к объектам социальной инфраструктуры в соответствии с СП 31-102-99 «Требования доступности общественных зданий и сооружений для инвалидов и других маломобильных посетителей».

Для объектов промышленного назначения:

1) общие сведения о предприятии, на котором размещается проектируемый объект;

2) функционально-планировочное назначение, технологическая схема; градостроительные принципы размещения;

– классификация помещений по взрывной и пожарной опасности;

3) расчетные показатели численности работающих.

Для объектов реконструкции, модернизации, реставрации:

1) сведения об архитектурно-планировочных, художественных, композиционных и конструктивных решениях существующего объекта (исполнительные чертежи, схемы, обмеры, фотографии и другие источники);

2) сведения об архитектурно-исторической среде проектируемого объекта;

3) сведения об инженерно-технических условиях реконструкции (техническое заключение по результатам обследования несущих конструкций здания и т. п.).

Остальные данные собираются в соответствии с требованиями, приведенными для гражданского и промышлен-



Рис. 3. Клаузура, выполненная за 2 ч. Студент В.В. Сергеев. Рук. О.С. Субботин

ного строительства. Часть исходных данных для проектирования включается в расчетно-пояснительную записку выпускной квалификационной работы.

Студенту необходимо позиционировать себя не только как специалиста своего дела, но и как «человека, которому можно доверить свой заказ на проектирование». Наряду с этим позиционирование, т. е. создание соответствующего впечатления как хорошего специалиста, честного и порядочного человека – залог дальнейшего успеха в профессиональной деятельности. Позиционировать себя следует как успешного, а не «начинающего» архитектора, потому что редко кто оставит свой заказ «начинающему» специалисту. При этом в действиях студента присутствует не фальшь, а желание немного опередить события [6].

По завершении преддипломной практики студент выполняет в вузе клаузуру, являющуюся итоговым отчетом по преддипломной практике.

Клаузура – вид учебных упражнений, которому в равной степени свойственны как признаки проектного эскиза, так и особенности упражнений, развивающих творческие способности учащихся (Ивянская-Гессен И.С. Русско-английский архитектурный словарь: около 13 000 архитектурных терминов с ил. М.: Астрель: АСТ, 2008. 719 с.). Короткое, от 2 до 6 ч, творческое задание, выполняемое в аудитории (итал. clause – замок: студентов запирали на замок в отдельных помещениях, чтобы они не помогали друг другу). Примеры выполнения такого задания представлены на рис. 3–4.

Необходимо особо выделить, что клаузура предназначена для непродолжительного сосредоточения творческой

энергии, выявления своего отношения к заданной теме, определения в общих чертах первоначального архитектурного, композиционного замысла (эскиза, наброска идеи). Данный вид проектной деятельности ставит своей целью получить ключевое образное представление об объекте. При этом клаузура должна содержать лишь то, что требуется для раскрытия идеи, ее представление должно быть синтезированным, четким, ясным и по мере возможности эффектным.

В состав клаузуры могут входить не только рисунки генплана, планов этажей, разреза, характерных фасадов, но и перспектива объекта, наиболее ясно раскрывающая образную характеристику сооружения в окружающей среде. Творческий почерк должен соответствовать жанру раскрываемой темы.

Необходимое условие при выполнении клаузуры – она должна соответствовать теме дальнейшей выпускной квалификационной работы. Оценка, выставленная за клаузуру, является итоговой оценкой за преддипломную практику. При выполнении клаузуры необходимо обратить внимание на следующие критерии оценки:

- 1) архитектурно-планировочные решения:
 - идея и образ;
 - функциональные процессы;
- 2) конструктивные решения:
 - применение стандартных или нестандартных архитектурно-конструктивных решений;
 - наличие сложных конструкций, формирующих архитектуру;

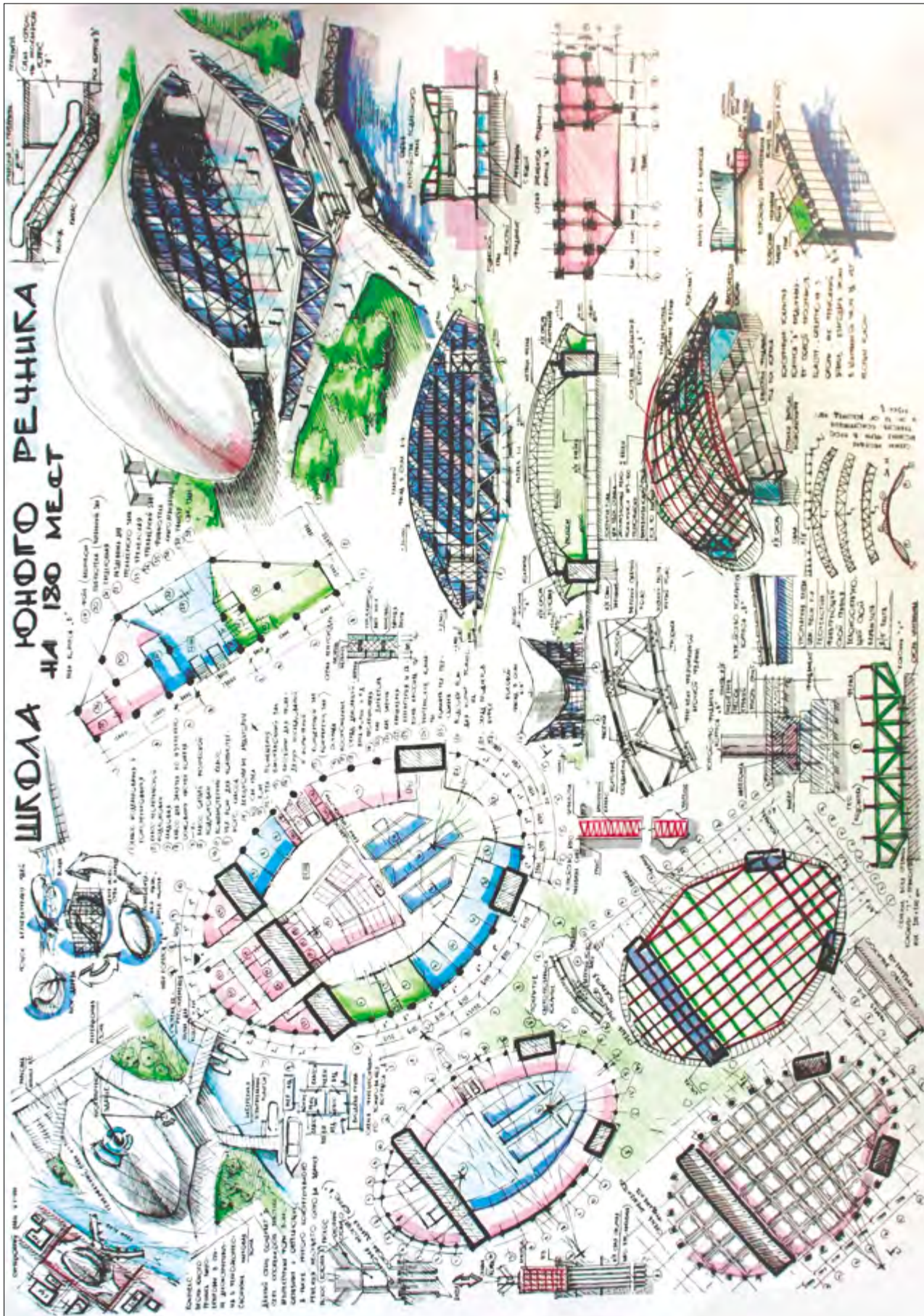


Рис. 4. Клаузура, выполненная за 6 ч. Студент В. В. Сергеев. Рук. О. С. Субботин

- 3) качество оформления проекта:
 - графика выполнения;
 - композиционная идея;
- 4) степень проработки проекта:
 - полный или неполный состав клаузуры;
 - наличие проекций проектируемого объекта;
- 5) иные критерии.

Преддипломная практика предшествует выполнению выпускной квалификационной работы и является логической завершающей ступенью обучения после прохождения основных теоретических дисциплин.

При этом указанная практика предусматривает овладение студентами теоретическими и практическими навыками, развитие творческих способностей и умения решать архитектурно-строительные задачи в современных условиях. Успешное решение данной задачи зависит от многих факторов, важнейшим из которых является подготовка таких кадров, которые реально востребованы современной экономикой [6].

Таким образом, практика организуется для того, чтобы дать возможность студенту в реальной деятельности попробовать применить полученные знания, а также собрать соответствующий материал для дальнейшего выполнения диплома. Преддипломная практика – ведущее звено в формировании высококвалифицированного и конкурентоспособного специалиста, что особенно актуально в современных условиях массового получения высшего образования.

Список литературы

1. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Современное архитектурно-строительное образование в свете решения задач безопасности в среде жизнедеятельности // *Жилищное строительство*. 2016. № 3. С. 3–9.
2. Субботин О.С. Инновационные материалы в памятниках архитектурно-градостроительного наследия Кубани // *Жилищное строительство*. 2015. № 11. С. 35–40.
3. Акин О. Психология архитектурного проектирования / Пер с англ. Ю.А. Плотникова. М.: Стройиздат, 1996. 208 с.
4. Глэнси Дж. Архитектура: Величайшие сооружения мира. История и стили. Архитекторы / Пер. с англ. М.: Астрель; Тверь: АСТ, 2006. 512 с.
5. Прина Ф. Архитектура: элементы, формы, материалы: Энциклопедия искусства / Пер с итальянского. М.: Омега, 2010. 384 с.
6. Субботин О.С. Позиционирование архитектора в профессиональных конкурсах // *Качество современных образовательных услуг – основа конкурентоспособности вуза: сб. статей по материалам межфакультетской учебно-методической конференции*. Краснодар: КубГАУ, 2016. С. 110–112.
7. Субботин О.С. Профессиональная подготовка инженеров-архитекторов в современных условиях // *Качество высшего профессионального образования в постиндустриальную эпоху: сущность, обеспечение, проблемы: Материалы 10-й междунар. науч.-практ. конф. в 2-х ч.* Казань: КГАСУ, 2016. Ч. 1. С. 414–418.
8. security tasks in the life of the environment. *Zilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction]. 2016. No. 3, pp. 3–9. (In Russian).
9. Subbotin O.S. Innovative materials in Kuban monuments of urban architectural heritage. *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing construction]. 2015. No. 11, pp. 35–40. (In Russian).
10. Akin O. *Psikhologiya arkhitekturnogo proektirovaniya* [Psychology architectural design: translated from English]. Moscow: Stroyizdat, 1996. 208 p.
11. Glancey J. *Arkhitektura: Velichaishie sooruzheniya mira. Istoriya i stili. Arkhitektory.* [Architecture: The greatest buildings in the world. The history and styles. Architects: translated from English]. Moscow: Astrel; Tver: AST, 2006. 512 p. (In Russian).
12. Prina F. *Arkhitektura: elementy, formy, materialy: entsiklopediya iskusstva* [Architecture: Elements, shapes and materials: Encyclopedia of art]. Moscow: Omega, 2010. 384 p.
13. Subbotin O.S. Positioning of the architect in professional competitions. *Kachestvo sovremennykh obrazovatel'nykh uslug – osnova konkurentosposobnosti vuza: sb. statei po materialam mezhfakul'tetskoj uchebno-metodicheskoi konferentsii*. Krasnodar: KubSAU, 2016. pp. 110–112.
14. Subbotin O.S. Professional training of engineers-architects in modern conditions. *Kachestvo vysshego professional'nogo obrazovaniya v postindustrial'nyu epokhu: sushchnost', obespechenie, problemy: materialy 10-i mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v 2-kh ch.* Kazan: KGASU, 2016. Part 1. P. 414–418.

References

1. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaev N.V. Modern architecture – building education in the light of the

**Крым
Стройиндустрия
Энергосбережение**

**2017
Весна**
30 марта
– 1 апреля

г. Симферополь,
ул. Киевская, 115,
ДКП

- Современные строительные материалы и технологии.
- Краски, лаки.
- Строительные машины и механизмы.
- Окна, двери.
- Сантехника.
- Экология. Системы очистки воды.
- Системы отопления, вентиляции и кондиционирования.
- Электротехническое и осветительное оборудование.
- Энергосбережение и использование нетрадиционных экологически чистых источников энергии.
- Системы автоматизации. Программное обеспечение предприятий строительной, энергетической, электротехнической отраслей промышленности.

Оргкомитет: Республика Крым,
г. Симферополь, ул. Горького, 8, оф. 27,
моб.: +7 978 78 178 83,
тел./факс: +7(3652) 54-60-66,
+7(3652) 54-67-46,
E-mail: marketing@expoforum.biz,
http://expoforum.biz/

ФОРУМ
КРЫМСКИЕ
ВЫСТАВКИ

Утепление цокольных и первых этажей эффективной теплоизоляцией ПЕНОПЛЭКС® – ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ

Обследование ограждающих конструкций, проведенное в 2013–2016 гг. ГБУ «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве», показало, что измеренные значения сопротивления теплопередаче стеновых конструкций с вентилируемым фасадом и панельными стенами оказались меньше заявленных в проектах в 1,5–2 раза. Почему же перестают работать традиционные утеплители в уже, казалось бы, проверенных конструкциях? Рассмотрим на примере конструкций, находящихся в максимальном риске переувлажнения, – стен первых и цокольных этажей.

Очевидно, что к теплоизоляционному материалу, предназначенному для утепления данных ограждающих конструкций, должны предъявляться особо жесткие требования. Это продиктовано прежде всего различными воздействиями в период эксплуатации:

- таянием снежного покрова, высота которого в Российской Федерации составляет от 0,37 м в Астрахани до 2,89 м на Камчатке, неизбежно увлажняет конструкции как по принципу капиллярного всасывания, так и через возможные стыки в ограждающей конструкции;

- попаданием влаги в конструкцию в зону утеплителя через стыки (зазоры), трещины или иные нарушения однородности и герметичности облицовочного или отделочного слоя благодаря естественным воздействиям, таким как дождь (увлажнение фасада зданий косыми дождями), паводки или наводнения, или в результате человеческой деятельности – поливов газонов и брызгам с проезжей части и др.;

- естественным сорбционным увлажнением (туман).

В процессе эксплуатации зданий влажное состояние материалов непосредственно влияет на теплозащитные свойства ограждающих конструкций и энергоэффективность применяемых систем теплоизоляции.

В последние годы в РФ активно используется система вентилируемых фасадов, и достаточно часто вентфасады монтируются до самой отмостки здания, что влечет за собой возникновение ряда проблем: со временем жильцы первых этажей начинают жаловаться на холод и сырость в квартирах, внутри помещений образуются грибки и плесень, а отделочная плитка на внешней стороне фасада покрывается трещинами и отваливается. Теплотери здания можно зафиксировать с помощью тепловизионных приборов (рис. 1).

Рассмотрим причины возникновения данных проблем и дальнейшие метаморфозы теплоизоляционного слоя вентилируемой фасадной системы при ее использовании в конструкции цокольных и первых этажей.

Влияние ключевых негативных факторов окружающей среды на систему вентилируемого фасада цокольных и первых этажей

Увлажнение фасада здания косыми дождями, воздействие на цоколи и стены первых этажей грунтовых (почвенных) вод, а также увлажнение конструкций в результате ежегодного таяния снега.

Через щели облицовки вентилируемого фасада вода неизбежно проникает внутрь системы. Набухание утеплителя вентфасада по толщине приводит к сокращению воздушного зазора, ухудшению вентиляции и замедлению процесса выведе-

дения влаги из утеплителя. Кроме того, в холодное время года влага конденсируется в утеплителе за счет различных температурно-влажностных режимов внутри и снаружи здания.

В результате действия этих факторов происходит водонасыщение утеплителя и снижение его теплоизолирующих свойств. Следствием этого являются понижение температуры и повышение влажности в помещениях, что может стать причиной появления грибков и плесени.

Применение в конструктивах вентфасадов специальных ветро- и гидрозащитных покрытий или дорогостоящих мембран приводит к значительному увеличению конечной стоимости реализации проекта и полностью не решает проблем снижения теплоизоляционных характеристик здания в результате воздействия влаги на конструкции первых и цокольных этажей.

Проведенные экспериментальные исследования в Университете имени Аристотеля (Салоники, Греция) доказывают вышеизложенные утверждения. Испытания проводились на сухих образцах, а также образцах, которые находились в воде в течение 24 ч согласно стандарту EN 1609 и 28 сут согласно стандарту EN 12087.

Результаты измерений подтвердили чувствительность ватных утеплителей к водяному пару, который конденсируется в самом материале. Как и было предсказано теоретически, значения теплопроводности материала подверглись существенным изменениям в результате появления конден-

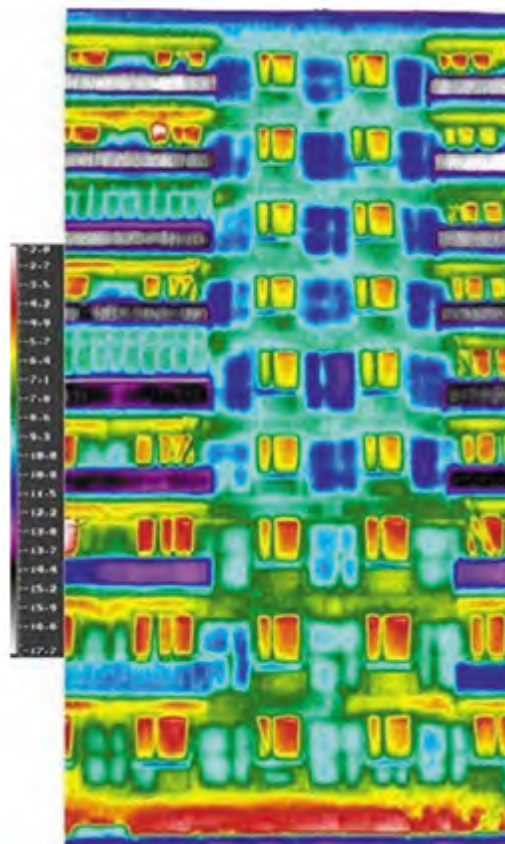


Рис. 1. Термографическое изображение многоэтажного дома наглядно демонстрирует теплотери здания через конструкцию цокольного этажа (<http://www.irtis.ru/gal2.html>)

сата паров между волокнами ваты. Этот процесс становится особенно очевидным в результате долгосрочного воздействия влаги, что проверялось в соответствии со стандартом EN 12087. В этом случае минеральная вата практически переставала выполнять функцию изолирующего материала, а значения теплопроводности становились примерно равны параметрам материалов строительной кладки, например, кирпича.

Механические воздействия на цокольные и первые этажи: давление от снежных массивов, воздействие уборочной техники, возможные вандальные действия, а также влияние веса самого здания.

Нагрузкам, связанным с непосредственными механическими и вандальными воздействиями, подвергаются в наибольшей мере именно стены цокольных и первых этажей. При использовании мягких утеплителей, в силу недостаточной жесткости и прочности этих материалов, облицовочная плитка на наружном декоративном слое вентфасада устанавливается с помощью механических креплений, что влечет за собой достаточно слабые антивандальные характеристики фасада: дорогостоящая облицовочная плитка может быть легко демонтирована с помощью подручных средств или разбита.

Поэтому в российских реалиях при возведении первых и цокольных этажей наибольшей эффективностью обладает фасадная система с прочным механическим и клеевым сцеплением между теплоизоляцией и облицовочными материалами.

**ПЕНОПЛЭКС® ФАСАД PRO:
эффективная фасадная система для теплоизоляции
цокольных и первых этажей**

Осознавая значимость и предельную актуальность данного вопроса, специалисты технического отдела ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» разработали вандалоустойчивую, но в то же время стойкую к различным микологическим факторам фасадную систему ПЕНОПЛЭКС® ФАСАД PRO.

ПЕНОПЛЭКС® ФАСАД PRO – многослойная теплоизоляционная система, состоящая из нескольких компонентов, которые в совокупности обеспечивают надежность и эффективную теплоизоляцию здания. При этом чрезвычайно важным аспектом является применение в данной системе надежного влаго- и биостойкого утеплителя ПЕНОПЛЭКС®. Система наиболее эффективна для применения в ограждающих конструкциях первых и цокольных этажей (рис. 2).

Данная фасадная система имеет подтвержденный заключением № 330-16 от 25.01.2016 г. ФГБУ ВНИИПО МЧС России класс пожарной опасности К0, что позволяет применять ее на зданиях и сооружениях всех степеней огнестойкости, за исключением зданий и сооружений классов функциональной пожарной опасности Ф1.1 и Ф4.1 (детские сады, школы, дома престарелых).

Плиты ПЕНОПЛЭКС® обладают следующим рядом преимуществ для широкого применения их на первых этажах зданий и сооружений.

- Низкий коэффициент теплопроводности ($\lambda=0,034$ Вт/(м·К)), что позволяет обеспечить высокий уровень теплозащиты при достаточно тонком слое теплоизоляции.

- Минимальное водопоглощение. За счет замкнутой ячеистой структуры плиты ПЕНОПЛЭКС® обладают практически нулевым водопоглощением.

- Биостойкость. Плиты ПЕНОПЛЭКС® обладают абсолютной биостойкостью, не подвержены биоразложению, а это значит, что никакой опасности при контакте материала

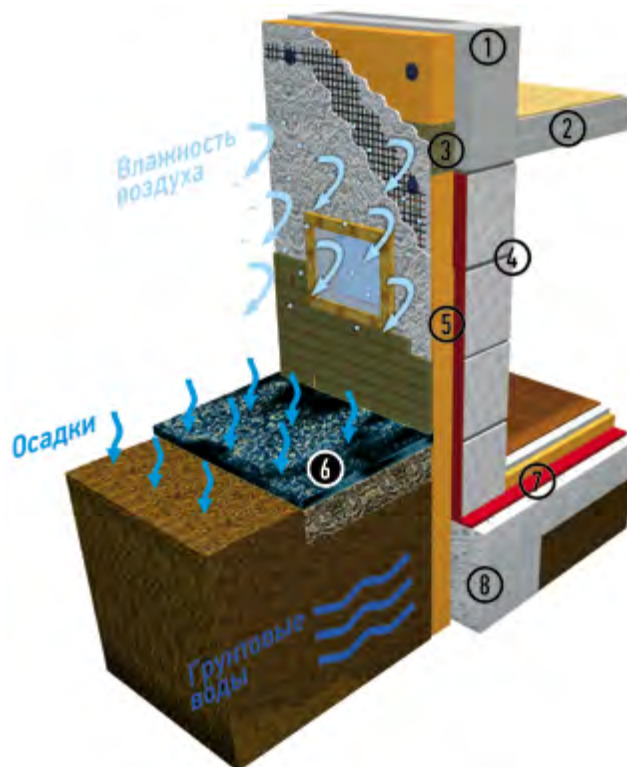


Рис. 2. Схема теплоизоляции цокольного и первого этажей с применением плит ПЕНОПЛЭКС®: 1 – стена здания; 2 – перекрытие подвала; 3 – рассечка из минераловатных плит; 4 – стена подвала; 5 – ПЕНОПЛЭКС®; 6 – отмостка; 7 – гидроизоляция; 8 – фундамент

с водой и почвой не возникает. По результатам тестирования образцов стройматериалов на биостойкость в присутствии влаги доказано, что за счет минимального водопоглощения материал ПЕНОПЛЭКС® не является матрицей для размножения разного вида микроорганизмов.

- Прочность при сжатии плит ПЕНОПЛЭКС® составляет не менее 15 МПа, что как минимум в два раза выше, чем у аналогичных продуктов. Он не крошится и не осыпается не только в процессе монтажа, но и в течение всего срока службы. Высокая прочность – это важный фактор, учитывающий риски, связанные с возможными природными и механическими воздействиями на конструкцию первых этажей.

- Долговечность материала – более 50 лет. Еще в 2001 г. компания «ПЕНОПЛЭКС» провела испытание теплоизоляционных плит в Научно-исследовательском институте строительной физики (НИИСФ) по определению долговечности материала при реальных условиях эксплуатации. Результаты испытаний показали, что материал сохраняет свои свойства в течение как минимум 50 лет (НИИСФ г. Москва, протокол испытаний № 132–1 от 29 октября 2001 г.).

Совокупность вышеперечисленных качеств фасадной системы ФАСАД PRO с эффективной теплоизоляцией ПЕНОПЛЭКС® доказывает, что она является оптимальным выбором для систем утепления первых и цокольных этажей.

А.В. Жеребцов, руководитель технического отдела
ООО «Пеноплэкс СПб»

ПЕНОПЛЭКС®
эффективная теплоизоляция
www.penoplex.ru

Уникальные высотные сборные дома в Челябинске спроектированы в Allplan

Жилой комплекс «PARA» – это два 26-этажных жилых дома, уникальный для Челябинска комплекс из железобетонных панелей, произведенных компанией «Бетотек», единственного в области производителя финских домов. Завод «Бетотек» входит в один холдинг вместе с компанией «Бетотек-строй», ставшей победителем конкурса «Строитель года-2016» в номинации «За лучший реализованный индивидуальный проект в сфере жилищного строительства» в подноминации «Панельное строительство». Дома были запроектированы в программном комплексе Allplan Precast, внедренном в «Бетотек-Проект» компанией Allbau Software GmbH, которая является генеральным партнером концерна Nemetschek Group – лидирующего в Европе поставщика решений для информационных технологий в строительной отрасли.

PARA are two 26-storey residential buildings, the unique for Chelyabinsk complex made of reinforced concrete panels which are manufactured by “Betotek” Company, the only manufacturer of Finnish houses in the region. The “Betotek” Factory is a part of a holding company together with “Betotek-stroy” Company, which became the winner of the competition “Builder of 2016” in the nomination “For the best realized individual project in the sphere of housing construction” in the sub-nomination “Panel construction”. Buildings were designed with the program complex Allplan Precast introduced in “Betotek-Proekt” by Allbau Software GmbH Company which is a general partner of Nemetschek Group, leading in Europe supplier of information technologies in the construction industry

Компании «Бетотек-строй» и «Бетотек-недвижимость», которые реализуют и сдают в аренду все типы недвижимости, основаны на базе старейшего треста «Уралметаллургремонт-4», который на протяжении 60 лет занимался строительной деятельностью на стратегических предприятиях страны. В настоящее время «Бетотек-строй» осуществляет полный цикл строительных работ, имеет собственное проектное бюро, производство, возводит промышленные и гражданские объекты, осуществляет инвестиционную деятельность и является членом некоммерческой саморегулируемой организации «Союз строительных компаний Урала и Сибири».

Жилой комплекс «PARA» расположился в Челябинске на Краснопольском проспекте в новом, динамично развивающемся микрорайоне, где создана необходимая инфраструктура для комфортной жизни: детские сады, школы, магазины. Рядом находится большой лесной массив и лесопарковая зона для прогулок на свежем воздухе. Это первые в Челябинске 26-этажные панельные дома, из окон которых открывается захватывающий панорамный вид на город и лес. Архитектура жилого комплекса сочетает в себе новейшие технологии, современный дизайн и удобные планировки квартир. Яркие и интересные фасады заметны издали и станут достойным украшением микрорайона (рис. 1). Около дома предусмотрены коммерческие помещения, где будут расположены банк, магазины, фитнес-клуб и т. д.

Дома в жилом комплексе «PARA» возводятся из панелей, произведенных по уникальной финской технологии на заводе «Бетотек», и отвечают требованиям к современному и качественному жилью. Им присвоен наивысший класс энергоэффективности А+ благодаря уникальной конструкции панелей и свойствам утеплителя (в качестве утеплителя применяется базальтовая минераловатная плита с бороздками), обеспечивающим комфорт в квартире в любое время года (рис. 2).

Панели, из которых построены финские дома, паропроницаемые. В горизонтальные швы между панелями устанавливаются капельники, которые выводят в зим-

ний период на улицу лишнюю влагу. Это обеспечивает комфортный микроклимат в каждой квартире.

Заботясь о качестве, завод «Бетотек» использует только качественные строительные материалы и новейшие технологии для производства панельных домов пятого поколения. Финская система монтажа обеспечивает отсутствие продувания, промокания и промерзания швов. Ширина швов всего 20 мм. Применение современных герметиков существенно увеличивает срок службы стыков.

Финская технология производства панелей позволяет строить не только теплые, но и красивые дома. Разнообразные детали на фасадах и цветной архитектурный бетон делают облик здания неповторимым, а облик города интересным. Пользуясь быстрым проектированием в Allplan Precast, можно не тиражировать сборные здания,



Рис. 1. Запоминающиеся фасады ЖК «PARA»

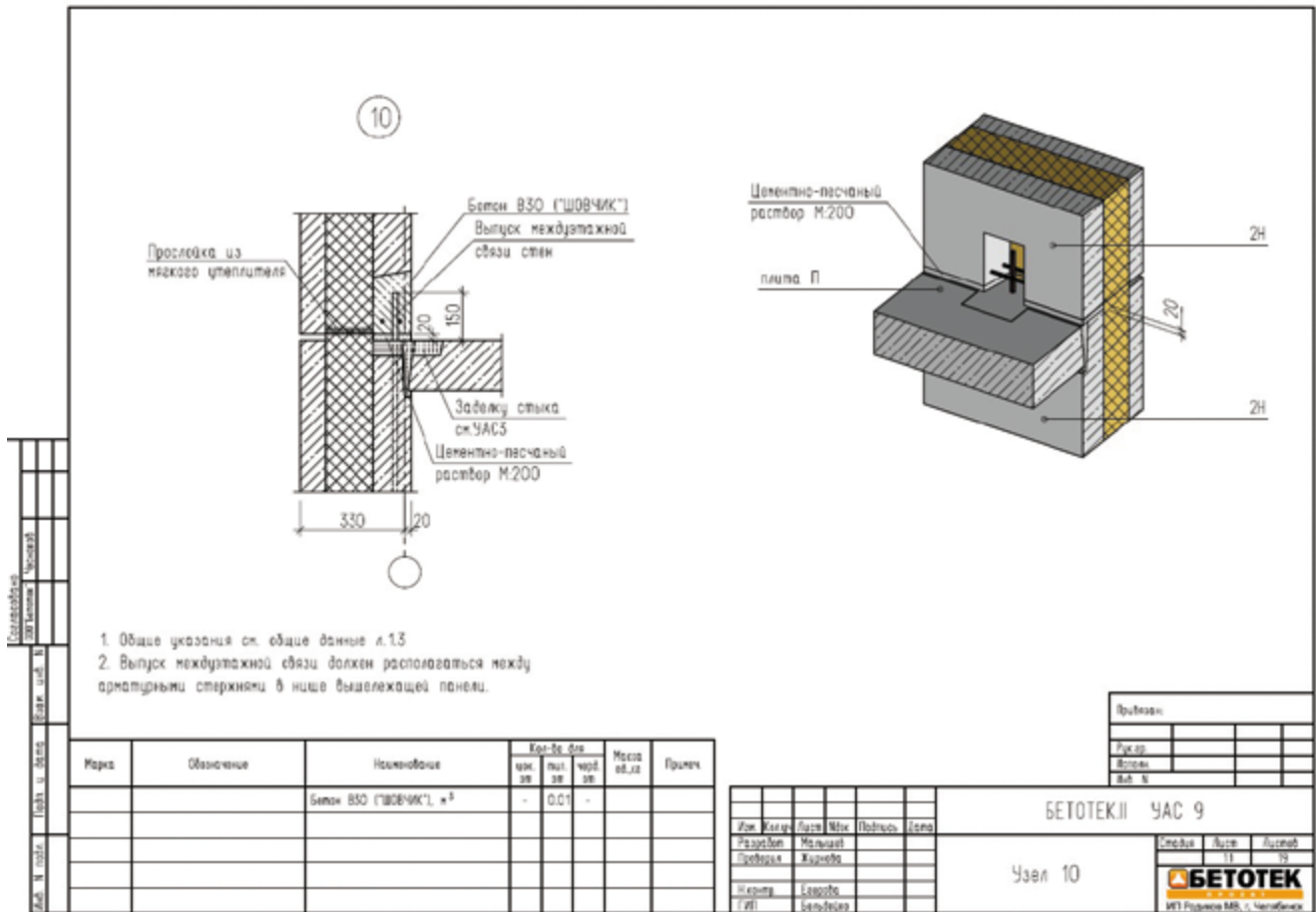


Рис. 2. Узел сопряжения элементов



Рис. 3. Монтаж конструкций

а проектировать каждое из них – из 30 объектов ни один не повторился! Каждый индивидуальный проект проектируется под требования риелторов и поэтому идеально подстраивается под текущее состояние рынка, что позволяет существенно сократить окупаемость инвестиций в Allplan – BIM технологию из Германии. В Allplan / Precast были запроектированы и возведены два крупнопанельных 26-этажных жилых дома с перекрестно-стеновой конструктивной схемой, наружными самонесущими панелями и массивными плитами перекрытия. В Allplan выполнялись разделы АР, КЖ, КЖИ. В процессе проектирования, когда уже была собрана модель в Allplan Precast, возникла неожиданная трудность: в городе не оказалось



Рис. 4. Макет дома

свободного отдельно стоящего башенного крана для монтажа здания такой высоты. В связи с этим был использован кран, который требовалось крепить пристежками к плитам перекрытия дома (рис. 3). Расчет показал, что для обеспечения требований деформативности и прочности здания сборные диски перекрытий двух этажей в уровнях крепления пристежек необходимо заменить на монолитные. Средствами Allplan это удалось выполнить очень оперативно, при этом электроканалы и закладные детали (как интеллектуальные объекты Allplan) были заимствованы в монолит из сборных конструкций, а спецификации пересчитаны автоматически.

Также на этом объекте была внедрена новая конструктивная схема здания с самонесущими наружными трехслойными панелями, что потребовало «на ходу» полной переработки альбомов узлов. Было принято решение внести изменения в концепцию их оформления. Благодаря применению в Allplan технологии интеллектуального 3D альбома, содержащего ассоциативные виды и разрезы стыков конструкций для зданий разной этажности, наглядные и понятные для рядового строителя, альбомы были перевыпущены в предельно сжатые сроки.

Precast дает возможность инженеру изучать конструкции, имея перед собой четкую трехмерную информативную картинку, мыслить и принимать качественные решения, изобретать, совершенствуя свои подходы к проектированию (рис. 4). Но в то же время конструировать он может на привычных ему видах – все изменения немедленно заимствуются в модель. Инструментарий Allplan Precast имеет единую логику, поэтому, освоив модуль проектирования конструктивных изделий «iParts», специалистам не составило большого труда освоить и внедрить в процесс проектирования еще более производительные специализированные модули «Сэндвич-панель» и «Массивная стена».

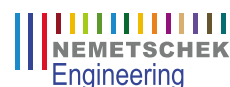
Также хочется отметить изменения, которые внес Allplan во внутренние процессы фирмы, в частности согласование проектных решений с заводом. Например, армирование уникальных панелей – при проектировании индивидуальных зданий такие моменты встречаются часто. Специалисты фирмы предлагают два варианта армирования, отправляют главному технологу из Allplan модель в 3D pdf на рассмотрение. Он вращает ее в бесплатном Acrobat Reader и в течение дня отвечает, какой вариант предпочтительнее для завода с точки зрения технологии сборки арматурного каркаса.

Или, например, согласование со смежниками раскладки сетей по техподполью. Вовремя высланный 3D pdf с нанесенными отверстиями в стенах и смоделированными коммуникациями значительно облегчает их труд. В этой части, конечно, необходимо освоение специалистами смежных разделов технологии BIM проектирования.

Положителен опыт работы с облачной платформой BIM+. Заказчику из Москвы выдача чертежей осуществлялась через облачное хранилище, туда же подгружалась и 3D модель.

Автоматическая выдача данных из Allplan в 1С специалистами компании «Бетотек» уже настроена. В дальнейших планах – освоение системы автоматической генерации расчетной модели здания в ЛИРА с монтажного плана в Allplan Precast. В настоящее время проводится экспериментирование с экспертной системой автоматизированного контроля проектных решений Allcheck.

Компания Allbau Software GmbH, внедрившая в компании «Бетотек» программный комплекс Allplan Precast, является генеральным партнером концерна Nemetschek Group – лидирующего в Европе поставщика решений для информационных технологий в строительной отрасли. Allbau занимается локализацией и поддержкой Allplan в России и странах СНГ, а также программированием сторонних приложений к Allplan. Философией Allbau является гибкий подход к любому пользователю, обратившемуся за помощью, и поиск оптимального решения его задач.



Allplan Precast

Программное решение для заводов сборных конструкций

- ▶ От архитектурного плана или даже идеи - к комплексу индивидуальных изделий, с автоматическим получением рабочих чертежей
- ▶ Включая подготовку производства, управление машинами, логистику и учет
- ▶ При необходимости - проектирование всех разделов, одновременно, на русском языке, по СНиП и ГОСТ



Думать в новых измерениях

Precast Software Engineering GmbH
www.precast-software.com

Генеральный партнер в СНГ:
Allbau Software GmbH

Список офисов и партнеров в СНГ:
www.allbau-software.de
Берлин / Москва / Киев / Минск / Астана

ALLBAU
software

УДК 721

И.Л. КИЕВСКИЙ, канд. техн. наук, генеральный директор (mail@dev-city.ru),
И.Б. ГРИШУТИН, начальник отдела внедрения,
Л.В. КИЕВСКИЙ, д-р техн. наук, главный науч. сотрудник
ООО НПЦ «Развитие города» (129090, Проспект Мира, 19, стр. 3)

Распределенное переустройство кварталов (предпроектный этап)

Переустройство кварталов сложившейся застройки рассматривается в статье как необходимая и неизбежная стадия развития города, т. е. комплексный инвестиционный процесс преобразования рассредоточенных городских территорий, включающий обоснованный снос физически и морально устаревших жилых и нежилых зданий, строительство нового комфортного жилья и объектов социальной инфраструктуры на освободившихся площадях, реконструкцию или капитальный ремонт сохраняемых зданий и обеспечивающих систем, комплексное благоустройство всей территории. Наиболее важным этапом преобразования кварталов представляется первый стартовый этап – предпроектное обследование и анализ вариантов, методике выполнения которого посвящена предлагаемая работа.

Ключевые слова: рассредоточенные городские территории, переустройство кварталов, инвестиционный процесс, реконструкция, капитальный ремонт зданий, комплексное благоустройство, предпроектное обследование.

Для цитирования: Киевский И.Л., Гришутин И.Б., Киевский Л.В. Распределенное переустройство кварталов (предпроектный этап) // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 23–28.

I.L. KIEVSKY, Candidate of Sciences (Engineering), General Director (mail@dev-city.ru), I.B. GRISHUTIN, Head of Implementation,
L.V. KIEVSKY, Doctor of Sciences (Engineering), Chief Researcher
ООО NPTS «City Development» (19, bldg 3, Prospect Mira, 129090, Moscow, Russian Federation)

Decentralized Rearrangement of City Blocks (Concept Design Stage)

Rearranging city blocks of the existing development is considered in the article as a necessary and inevitable stage of the city development, that is a complex investment process of converting dispersed urban areas which includes a justified demolish of obsolete residential and non-residential buildings, construction of new comfort housing and objects of social infrastructure on free areas, reconstruction and overhaul repair of saved buildings and supporting systems, complex improvement of the whole territory. The most important stage of the city blocks conversion is the first starting phase - pre-project inspection and analysis of variants, an execution methodology of which, the proposed work is devoted.

Keywords: dispersed urban territories, rearrangement of city blocks, investment process, reconstruction, overhaul repair of buildings, complex improvement, pre-project inspection.

For citation: Kievsky I.L., Grishutin I.B., Kievsky L.V. Decentralized rearrangement of city blocks (concept design stage). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 23–28. (In Russian).

В Государственной программе города Москвы «Жилище» предусматривается создание комфортных и безопасных условий проживания [1]. Если при новом строительстве это закладывается изначально, то районы сложившейся застройки требуют отдельного подхода.

Предпроектная проработка переустройства кварталов включает следующие мероприятия:

1. Анализ существующего использования территории.
2. Оценка технического состояния жилого и нежилого фонда.
3. Оценка качества проживания.
4. Возможное выделение части территории для сохранения сложившейся планировки и застройки.
5. Формирование вариантов переустройства застроенной территории.
6. Сравнение вариантов переустройства по нескольким критериям.

Анализ существующего использования территории предусматривает: описание планировочных границ территории;

изучение истории района; анализ схемы существующего размещения объектов на территории; фотофиксацию объектов жилого и нежилого фонда; описание транспортной доступности района реновации и его инженерной инфраструктуры; оценку обеспеченности микрорайонов реновации объектами образования и здравоохранения; расчет технико-экономических показателей использования территории [2–4].

Оценка технического состояния жилого и нежилого фонда проводится на основе ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий» (Госгражданстрой. Москва. 1988 г.) и представляет собой результат совместного анализа базовых данных о физическом износе зданий уполномоченного муниципального органа (в Москве – МосгорБТИ и Мосжилинспекция), сведений о моральном и физическом износе зданий от управы района, материалов натурного обследования, прогнозных показателей износа зданий на момент оценки [5–7].

Оценка качества проживания выполняется в соответствии с актуализированной (в НПЦ «Развитие города»)

методикой расчета интегрального показателя – коэффициента качества проживания. Этот коэффициент предложен и апробирован в 2013 г. ГУП МНИИТЭП¹. Показатель интегрирует технические и потребительские качества дома и территории, на которой он расположен, с точки зрения соответствия нормативным требованиям. Для расчета коэффициента качества проживания используется девятикомпонентный функционал, включающий показатели безопасности проживания (механическую, пожарную, экологическую безопасность для пользователей), комфортность жилища и жилой среды (объемно-планировочные решения, уровень экологического социального благополучия городской среды, энергетическая эффективность, доступность зданий для маломобильных групп населения, а также показатель архитектурной выразительности многоквартирного жилого дома).

Часть территорий, подлежащих преобразованию, как правило, сохраняется. Выделение этой части, где сложившаяся планировка и застройка сохраняются, обусловлено следующим. Во-первых, наличием объектов природного комплекса, территории памятников и объектов природного комплекса, территории объектов культурного наследия. Во-вторых, наличием сохраняемого жилого фонда (с этажностью свыше пяти этажей) и сохраняемого нежилого фонда (территории школ, ДОУ, поликлиник). Это мероприятие включает также детальное зонирование территории с выделением планировочно обособленных зон и формированием границ зон реорганизации [8–10].

На основании анализа существующего использования территории, оценки технического состояния зданий и качества проживания, формирования зон реорганизации моделируются варианты переустройства [11, 12]. Данное мероприятие предусматривает четыре основных направления переустройства и их сочетание:

1. Капитальный ремонт зданий (в диапазоне от ремонта всех зданий района в соответствии с графиком капитального ремонта до минимального объема ремонта только по зданиям, не сносимым и не реконструируемым в процессе реновации).
2. Реконструкция зданий с надстройкой двух типов – до пяти этажей и до двух этажей.
3. Снос пятиэтажных зданий (в диапазоне от полной ликвидации пятиэтажного фонда до его частичного сохранения путем реконструкции с надстройкой).
4. Новое строительство (в диапазоне от умеренной плотности, соответствующей действующим в городе нормативам, до плотности, обеспечивающей максимальный для данной территории коэффициент переустройства – отношение площади квартир нового строительства к площади квартир сносимого фонда).

Заключительное мероприятие – сравнение вариантов переустройства по нескольким критериям: предусматривает выбор такого варианта (вариантов), который обеспечит целевое значение коэффициента качества проживания (т. е. минимально допустимое значение для обеспечения нормативных требований по безопасности и энергоэффективности для объектов на территории), с одной стороны, и даст

наибольший уровень рентабельности – с другой [13–15]. Для выбора оптимального варианта переустройства проводится анализ моделей реализации по трем схемам финансирования:

схема 1 – за счет инвестора в полном объеме;

схема 2 – с участием города в развитии городских инженерных сетей, улично-дорожной сети и социальной инфраструктуры;

схема 3 – с участием города в переселении граждан (стартовые дома + первая волна), развитии городских инженерных сетей, улично-дорожной сети и социальной инфраструктуры.

Рассмотрим алгоритм и наиболее существенные нюансы проработки предпроектных предложений на примере конкретного проекта переустройства застроенной территории: район Бутырский, мкр. 79–79а, 80 (СВАО, Москва).

В границах рассматриваемой территории района Бутырский расположены 111 объектов капитального строительства, включая 72 жилых дома (в том числе 53 жилых дома этажностью до пяти этажей 1947–1969 гг. постройки). Характерной особенностью района является сложившийся характер застройки, постоянное население (уже в двух-трех поколениях), значительная история. Первое упоминание о Бутырях относится к XIV в., в XVII в. село Бутыркино было отдано «под селитьбу» солдатам Бутырского полка. После окончания Отечественной войны 1812 г. территория превратилась в модную среди московской знати дачную местность. Здесь располагались дачи Н.И. Бестужева, Д.Ф. Репниной, князя Долгорукова. После Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. на территории Бутырского хутора началось массовое строительство 3–5-этажных жилых зданий в комплексе с объектами промышленности, торговли и культуры. В основном сохранились, хотя находятся в неудовлетворительном состоянии, три ансамбля «немецких» домов, построенных военнопленными. Функционирует выявленный объект культурного наследия – жилой дом по адресу: ул. Руставели, д. 9, построенный в 1947 г. по проекту архитектора Я.Г. Лихтенберга. В 1960-е гг. территория застраивается ведомственными кирпичными домами, которые рядом расположенные предприятия строили для своих сотрудников. Приведенная историческая справка в данном случае позволяет предположить, что значительная часть постоянного населения района предпочтет такой вариант реновации, который в наименьшей степени затронет сложившиеся условия проживания и планировку территории, максимально сохранит инфраструктуру, объекты природного комплекса и при необходимости переселения выберет этот же квартал.

Территория характеризуется высокой транспортной доступностью: по периметру расположены четыре станции метро, две станции монорельса, три железнодорожные станции, причем все станции на расстоянии пешеходной доступности. В прилегающих к району Бутырский промзонах и кварталах смешанной застройки расположены крупные промышленные предприятия, учреждения и организации различного назначения, в том числе Останкинский мясоперерабатывающий комбинат, молочный

¹ Научно-технический отчет «Подготовка предложений по актуализации нормативно-технических документов в части определения показателей комплексной оценки состояния многоквартирных жилых домов для включения их в адресные программы сноса, реконструкции с целью определения принципов формирования городской программы развития застроенных территорий и обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений» (Государственный контракт № ДГП 13-54-Н от 30.07.2013 г., заказчик – Департамент градостроительной политики города Москвы).

комбинат, пивоваренный завод, телецентр «Останкино», АО «ЦНИИЭП жилища», АО «Атомэнергопроект» и др., т. е. обеспеченность рабочими местами находится на высоком уровне. Количество объектов образования района характеризуется профицитом. Население, проживающее в квартале Бутырский 79–79а, 80, обеспечено объектами здравоохранения. В АИП на 2019 г. запланирован ввод детско-взрослой поликлиники на 750 посещений в смену по адресу: ул. Яблочкова, вл. 3, что обеспечит возможный прирост населения. Площадь территории микрорайона в красных линиях составляет 54,8 га, существующая плотность застройки 9,1 тыс. м²/га.

В качестве исходных данных для оценки технического состояния жилого и нежилого фонда использованы данные ГБУ МосгорБТИ (износ определялся в разные годы: с 1994 по 2015): средний износ существующего жилого фонда на дату установления износа – 36,8%; пятиэтажных домов и ниже – 41,3%; нежилого фонда – 23,9%. Более свежие данные Мосжилинспекции (на 2014 г.) дают более высокую оценку износа: жилой фонд – 42,8%; пятиэтажных домов и ниже – 47,8%.

Для расчета прогнозных показателей износа на момент начала реализации проекта переустройства разработана и реализована специальная методика. С этой целью был проанализирован весь массив информации, накопленный за десятки лет Московским городским бюро технической инвентаризации (БТИ); рассчитаны по группам зданий (выделенным по периодам застройки) нелинейные функции нарастания физического износа, которые затем экстраполировались на период прогноза. В целом коэффициент нарастания процента износа принимает значение от 0,7 до 1% в год в зависимости от группы по периоду постройки зданий. Оценка прогнозных показателей износа по состоянию на 2016 г. в соответствии с ВСН 53-86 (р) по методике НПЦ «Развитие города» составила: весь жилой фонд – 44,1%; жилой фонд 3–5 этажей – 49,1%; нежилой фонд – 39,7%.

Кроме того, в рамках оценки состояния существующих зданий проанализирована дополнительная информация:

- от управы Бутырского района с характеристикой проблемных домов (в том числе горячее водоснабжение всего пятиэтажного фонда от АОГВ);
- от эксплуатирующей организации ГБУ «Жилищник» Бутырского района: в пяти пятиэтажных кирпичных домах нет подвала и ремонт коммуникаций невозможен без отселения жителей первого этажа; один пятиэтажный панельный дом включен в АИП под снос; один пятиэтажный кирпичный дом (ул. Руставели, д. 3, к. 6), включенный в региональную программу капремонта, отнесен Департаментом капитального ремонта к «проблемным» (капитальный ремонт признан нерентабельным);
- от Московской жилищной инспекции – с перечнем из 15 домов, которые находятся в неудовлетворительном состоянии (по терминологии Мосжилинспекции – в «недопустимом или ограниченно работоспособном состоянии»).

Учитывая важность достоверной оценки физического и морального износа существующих зданий для формирования вариантов переустройства (доли капитального ремонта, сноса, нового строительства), все приведенные основные и дополнительные данные верифицировались путем выборочного натурного обследования и пообъектной фото-

фиксации (включая внешний и внутренний осмотр, чердаки, кровлю и подвалы).

Следующим мероприятием стал расчет коэффициента качества проживания – многофакторного интегрального показателя текущего состояния многоквартирного жилого дома с учетом окружающей его инфраструктуры на конкретной территории города. При расчете интегрального показателя суммируются обратные величины по каждому фактору. Например, фактор механической безопасности принимает целые числовые значения от 1 до 4 в зависимости от соответствия дома требованиям Федерального закона Российской Федерации от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ред. от 02.07.2013 № 185-ФЗ) и ГОСТ 31937–2011; фактор уровня благополучия окружающей среды принимает целые числовые значения от 1 до 3 в зависимости от соответствия требованиям СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01–89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», ГОСТ Р 54964–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03–2003. Защита от шума». Разброс значений интегрального коэффициента качества проживания для домов в районе составляет от 3,92 до 5,8. И это при том, что значение коэффициента, характеризующее минимально допустимое значение для обеспечения нормативных требований по безопасности и энергоэффективности, должно составлять 6,5, а максимально возможное значение – 9 (состояние, характерное для вновь построенных домов с учетом соблюдения всех действующих нормативов и требований, включая требования к обслуживающей инфраструктуре и внешний дизайн дома). Таким образом, проведенные расчеты показали, что текущее состояние многоквартирной жилой застройки мкр. 79–79а, 80 района Бутырский не соответствует действующим требованиям как в части состояния многоквартирных жилых домов, так и в части удовлетворения требований к обслуживающей их инфраструктуре. На основании объектных коэффициентов выведен усредненный коэффициент качества проживания для всей территории района. Его значение рассчитано как среднее арифметическое значений объектных коэффициентов и равно 4,46.

Логичным следующим мероприятием является зонирование территории переустройства с выделением сохраняемой и реорганизуемой застройки (см. рисунок). На территории района выделено 25 планировочных зон, в том числе 15 жилых. Сохраняемая территория – 26,7 га (49% рассматриваемого района). 11% общей площади территории – улицы в жилой застройке (городские улицы в красных линиях и общие проезды местного значения).

Территория сохраняемой застройки мкр. 79–79а, 80 района Бутырский (СВАО) состоит из участков жилых домов (как правило, этажностью свыше пяти этажей), участков объектов образования и здравоохранения, природных и озелененных территорий, участков территорий общего пользования, Гончаровского парка и др. На территориях сохраняемой застройки планируется только капитальный ремонт и реконструкция жилых зданий.

На реорганизуемых территориях (12,39 га, 40% общей площади района) планируется снос жилых и нежилых зданий и новое строительство.

Функциональное назначение участков жилой застройки и объектов начального и среднего образования не меняет-



Пример зонирования территории переустройства района Бутырский

ся. На реорганизуемых производственных участках планируется размещение жилых объектов и объектов социальной и инженерной инфраструктуры.

Ключевым мероприятием после детального анализа фактического состояния кварталов застроенной территории служит формирование вариантов переустройства. Для района Бутырский рассмотрены четыре основных варианта: (1) капитальный ремонт всех зданий; (2) реконструкция семи пятиэтажных кирпичных домов с надстройкой; (3) снос всех пятиэтажных зданий и новое жилищное строительство на месте сноса; (4) снос всех пятиэтажных зданий, новое жилищное строительство и новая общественная застройка – офисные здания на месте сноса (табл. 1).

Особый интерес здесь может представлять вариант 2 – комплексный капитальный ремонт добротных кирпичных зданий с надстройкой нескольких этажей. Прямым аналогом такого решения служит реализованный проект реконструкции жилого дома с надстройкой в Москве по адресу: ул. Мишина, д. 32. Все жилые дома, подобные данному, выявлены в Москве² и присутствуют, в частности, в районе Бутырский.

Для подтверждения возможности надстройки жилых домов в районе был выполнен расчет пространственной модели кирпичного пятиэтажного дома. Рассчитаны усилия в различных элементах здания (фундаменты, стены, перекрытия, стропила); напряжения под подошвой (исходя из

Таблица 1

Мероприятия вариантов переустройства территории	Вариант 1 (капитальный ремонт)	Вариант 2 (максимальный снос)	Вариант 3 (реконструкция с надстройками)	Вариант 4 (с общественной застройкой)
Снос жилых домов, ед.	2	47	41	47
Сохранение и капитальный ремонт жилых домов, ед., в том числе: реконструкция с надстройкой жилых домов, ед.	70	25	31	25
Новое строительство зданий, ед.	–	Жилые: 29	Жилые: 24	Жилые: 25 МФЦ: 3 Всего: 28

² Научно-технический отчет «Разработка методических рекомендаций по организации и выполнению инвестиционного проекта реконструкции жилого дома с надстройкой верхних этажей без отселения жителей с привлечением собственников для софинансирования» (государственный контракт № ДГП 13-75 Н от 27.09.2013 г., заказчик – Департамент градостроительной политики города Москвы).

Таблица 2

№ варианта	Коэффициент качества проживания		Стоимость капитального ремонта (оценка), млрд р.	Внутренняя норма доходности IRR, %		
	В среднем по малоэтажному фонду (3–5 этажей)	В целом по району		Схема 1	Схема 2	Схема 3
Вариант 1	4,62	5,12	3,681	–	–	–
Вариант 2	8	7,12	1,665	1,99	4,86	21,73
Вариант 3	6,5	7	1,934	4,11	7,47	25,9
Вариант 4	8,0	7,03	1,665	9,25	12,1	20,62

Таблица 3

Район	Общая площадь сноса жилых домов (тыс. м ²)	Общая площадь нового строительства (тыс. м ²)	Расчетная прибыль инвестора (млрд р.)
кв. 20–21, р-н Черемушки	159,3	401,3	22
мкр. 34–35, р-н проспект Вернадского	131,1	329,9	19,7
мкр. 79–80, р-н Хорошево-Мневники	167,3	403,5	15,8
мкр. 79–79А,80, р-н Бутырский	149,5	409,4	13,1
мкр. 3–3а, р-н Солнцево	69,3	211,6	4,6
мкр. 20–21, р-н Свиблово	26,1	133,4	3,9
мкр. 11–12, р-н Перово	81,3	195,9	3,9
кв. 95, р-н Тимирязевский	38,3	120,4	3,5
кв. 42, р-н Зюзино	52,2	158	3,3
кв. 114, р-н Кузьминки	70,1	151,3	2,6
кв. 37-39, р-н Нагорный	45,3	114,2	1,9

предполагаемой ширины подошвы и конструкции видимой части фундамента); деформации, коэффициенты использования простенков нижнего этажа (рассмотрены два варианта, учитывающие различные прочностные характеристики кирпичной кладки, получены соответственно два значения устойчивости при внецентренном сжатии нижнего сечения – 0,332 и 0,479). Сделан вывод о возможности надстройки дома на 4–5 этажей без серьезного усиления существующих надземных конструкций здания и фундаментов, что должно быть уточнено после проведения инженерно-геологических изысканий.

Для каждого варианта переустройства района Бутырский рассчитаны интегральный коэффициент качества проживания и внутренняя норма доходности IRR (табл. 2) с учетом средней стоимости продаж. Определено, что в результате капитального ремонта всех зданий района коэффициент качества проживания возрастет до 5,12, но не достигнет приемлемого целевого значения 6,5. Проект в целом (варианты 2, 3, 4) является эффективным, однако при введении минимального уровня внутренней нормы доходности 20% (чтобы инвесторы не ушли из строительной деятельности в другие сектора экономики) ему соответствует только схема 3. Поэтому было принято решение рассчитать дополнительный вариант переустройства с увеличением плотности застройки для исключения/уменьшения затрат города.

По этому дополнительному варианту плотность застройки реорганизуемых жилых территорий увеличена до 32 тыс. м²/га (ранее рассматривались варианты с плотностью 19,7 тыс. м²/га), общая площадь нового строительства возросла до 583,5 тыс. м², дополнительно предусмотрены две школы. В результате расчетная прибыль инвестора возросла до 34 млрд р., внутренняя рентабельность – до 57,5% (привлечения городского бюджета к проекту не требуется).

По изложенному алгоритму выполнены предпроектные проработки для 11 кварталов города Москвы (табл. 3), рассредоточенных по разным округам. Из таблицы видно, что эти кварталы распадаются на две большие группы: территории со значительным сносом и новым строительством, где расчетная прибыль инвестора значительна, и группа менее выгодных кварталов с относительно меньшими показателями сноса и ввода. Все районы первой группы отличаются компактным расположением и значительным размером территорий нового строительства, что позволяет использовать современные планировочные решения.

Рассредоточенное переустройство кварталов при наличии градостроительных регламентов может рассматриваться как масштабный инвестиционный проект, морфологическое и экономическое моделирование которого уже на предпроектном этапе будет способствовать активизации процессов преобразования сложившихся городов.

Список литературы

1. Киевский И.Л., Валуй А.А., Хоркина Ж.А. Пятилетие реализации Государственной программы города Москвы «Жилище» и планы на 2016–2018 гг. // *Жилищное строительство*. № 10. 2016. С. 44–48.
2. Киевский Л.В., Шульженко С.Н., Волков А.А. Инвестиционная политика заказчика – застройщика на этапе организационной подготовки сосредоточенного строительства // *Вестник МГСУ*. 2016. №. 3. С. 111–121.
3. Шульженко С.Н., Киевский Л.В., Волков А.А. Совершенствование методики оценки уровня организационной подготовки территорий сосредоточенного строительства // *Вестник МГСУ*. 2016. №. 3. С. 135–143.
4. Киевский Л.В., Киевский И.Л. Определение приоритетов в развитии транспортного каркаса города // *Про-*

- мышленное и гражданское строительство*. 2011. № 10. С. 3–6.
- Киевский Л.В. Жилищная реформа и частный строительный сектор в России // *Жилищное строительство*. 2000. № 5. С. 2–5.
 - Семечкин А.Е. Системный анализ и системотехника. М.: SvS-Аргус, 2005. 536 с.
 - Киевский Л.В. Комплексность и поток: Организация застройки микрорайона. М.: Стройиздат, 1987. 136 с.
 - Киевский Л.В., Хоркина Ж.А. Реализация приоритетов градостроительной политики для сбалансированного развития Москвы // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 8. С. 54–57.
 - Гусакова Е.А., Павлов А.С. Основы организации и управления в строительстве. М.: Юрайт, 2016. 318 с.
 - Киевский Л.В., Аргунов С.В., Привин В.И., Межмач В.Р., Кулешова Э.И. Участие инвесторов в развитии инженерной инфраструктуры города // *Жилищное строительство*. 1999. № 5. С. 21–24.
 - Олейник П.П. Организация строительного производства. М.: АСВ, 2010. 576 с.
 - Левкин С.И., Киевский Л.В. Градостроительные аспекты отраслевых государственных программ // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 6. С. 26–33.
 - Шошинов В.В., Синенко С.А., Сапожников В.Н. Организация, нормирование и оплата труда на предприятиях отрасли. М.: Слово-Симс, 2001. 112 с.
 - Киевский Л.В. Мультипликативные эффекты строительной деятельности // *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2014. № 3. С. 104–109.
 - Киевский Л.В., Киевская Р.Л. Влияние градостроительных решений на рынки недвижимости // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 6. С. 27–31.
 - Kievskiy L.V., Horkina G.A. Realization of priorities of urban policy for the balanced development of Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 8, pp. 54–57. (In Russian).
 - Gusakova E.A., Pavlov A.S. Osnovy organizatsii i upravleniya v stroitel'stve [Bases of the organization and management in construction]. Moscow: Yurait. 2016. 318 p.
 - Kievskiy L.V., Argunov S.V., Privin V.I., Mezhmach V.R., Kuleshova E.I. Participation of investors in physical infrastructure development of the city. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 1999. No. 5, pp. 21–24. (In Russian).
 - Oleinik P.P. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of construction production]. Moscow: ASV. 2010. 576 p.
 - Levkin S.I., Kievskiy L.V. Town planning aspects of the sectoral government programs. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2012. No. 6, pp. 26–33. (In Russian).
 - Shoshinov V.V., Sinenko S.A., Sapozhnikov V.N. Organizatsiya, normirovanie i oplata truda na predpriyatiyakh otrasli [The organization, regulation and compensation at the entities of an industry]. Moscow: Slovo-Sims. 2001. 112 p.
 - Kievskiy L.V. Multiplicative effects of construction activity. *Naukovedenie: Internet-journal*. 2014. No. 3 (22), pp. 104–109. (In Russian).
 - Kievskiy L.V., Kievskaya R.L. Influence of town-planning decisions on the markets of real estate. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 6, pp. 27–31. (In Russian).

References

- Valui A.A., Kievskiy I.L., Khorkina Zh.A. Five years of implementation of the state program of Moscow «Housing» and plans for 2016–2018. *Zhilishhnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 44–48. (In Russian).
- Kievskiy L.V., Shul'zhenko S.N., Volkov A.A. The investment policy of the customer – the developer at the stage of organizational preparation of concentrated construction. *Vestnik MGSU*. 2016. No. 3, pp. 111–121. (In Russian).
- Shul'zhenko S.N., Kievskiy L.V., Volkov A.A. Improving the methodology for assessing the level of the organizational preparation of areas of concentrated construction. *Vestnik MGSU*. 2016. No. 3, pp. 135–143. (In Russian).
- Kievskiy L.V., Kievskiy I.L. Prioritizing traffic city development framework. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2011. No. 10, pp. 3–6. (In Russian).
- Kievskiy L.V. Housing reform and private construction sector in Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2000. No. 5, pp. 2–5. (In Russian).
- Semechkin A.E. Sistemnyi analiz i sistemotekhnika [System analysis and system engineering]. Moscow: SvS-Argus. 2005. 536 p.
- Kievskiy L.V. Kompleksnost' i potok (organizatsiya zastroiki mikroraiona) [The complexity and the flow (organization development of the neighborhood)]. Moscow: Stroyizdat. 1987. 136 p.

18-21 апреля Уфа 2017

**ВЕСЕННИЙ ФОРУМ
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖКХ**

Специализированные выставки
Инженерные сети. ЖКХ
Строительство
Недвижимость

#стройбк
#строительнаявыставкауфа

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
ВАНЭКСПО
ул. Менделеева, 158

КОНТАКТЫ:
+7 (347) 246-42-37
+7 (347) 246-42-38

БВК
STROY@BVKEPO.RU
WWW.BVKEPO.RU

УДК 699.86

Р.А. ШЕПС, инженер (romansheps@yandex.ru),
С.А. ЯРЕМЕНКО, канд. техн. наук, М.В. АГАФОНОВ, бакалавр

Воронежский государственный технический университет (394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84)

Учет солнечной энергии при проектировании тепловой защиты зданий

В настоящее время одним из важных направлений энергосбережения является снижение энергопотребления зданий. В связи с этим оценка интенсивности солнечной радиации для средней полосы России на примере г. Воронежа и возможности эффективного использования солнечной энергии для отопления объектов строительства является актуальной задачей. В работе определено количество теплоты, поступающей на поверхность ограждающих конструкций в осенне-весенний отопительный период. Построены графики зависимостей интенсивности солнечного излучения от времени года. Проведен анализ зависимостей величины теплоступлений от материала ограждающей конструкции. Определен экономический эффект учета солнечной радиации при проектировании тепловой защиты здания. Обоснована необходимость учета теплоступлений от солнца при проектировании ограждающих конструкций зданий в средней полосе РФ. Показана необходимость использования теплоаккумулирующих материалов для повышения класса энергоэффективности объектов строительства и ЖКХ.

Ключевые слова: теплоступления, солнечная энергия, ограждающие конструкции, энергосбережение.

Для цитирования: Шепс Р.А., Яременко С.А., Агафонов М.В. Учет солнечной энергии при проектировании тепловой защиты зданий // Жилищное строительство. 2017. № 1–2. С. 29–32.

R.A. SHEPS, Engineer (romansheps@yandex.ru), S.A. JAREMENKO, Candidate of Sciences (Engineering), M.V. AGAFONOV, Bachelor
Voronezh State Technical University (84, 20-letiya Oktiabry Street, 394006, Voronezh, Russian Federation)

Mainstreaming Solar Energy in Design of Thermal Protection of Buildings

Currently one of the important directions of energy saving is to reduce the energy consumption of buildings. In this regard, the assessment of the intensity of solar radiation for the central part of Russia on the example of Voronezh and possibilities of the effective use of solar energy for heating of construction object is an urgent task. In this paper, we define the amount of heat delivered to the surface of enclosing structures in the autumn-spring heating period. The plots of dependencies of the intensity of solar radiation on the time of year are presented. The analysis of dependencies of the magnitude of heat gain on the material of the enclosing structure is made. Economic benefits of solar radiation are taken into account when designing thermal protection of buildings. The necessity for accounting the heat gain from the sun when designing enclosing structures of buildings in the central part of the Russian Federation is substantiated. The need for using heat-retaining materials to upgrade the energy efficiency of construction facilities and utilities is shown.

Keywords: heat gain, solar energy, enclosing structures, energy saving.

For citation: Sheps R.A., Jaremenko S.A., Agafonov M.V. Mainstreaming Solar Energy in Design of Thermal Protection of Buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 29–32. (In Russian).

На сегодняшний день проектные, строительные и эксплуатационные организации, подчиняясь общему стремлению к снижению энергопотребления, считают одной из наиболее актуальных задач уменьшение доли тепловой энергии для обеспечения нужд отопления [1–6]. Решение данной задачи требует тщательного подбора оптимального сочетания затрат на строительство и обслуживание здания, поскольку эти величины, очевидно, находятся в обратной пропорции. Таким образом, для решения такой задачи нужен перспективный, доступный и, согласно современным тенденциям, «экологически чистый» источник энергии. Именно таким источником является солнечное излучение [7–14]. Законы лучистого теплообмена на сегодняшний день достаточно хорошо изучены. Математическое распределение падающего теплового потока выражается следующим образом:

$$Q_0 = Q_A + Q_R + Q_D, \quad (1)$$

где Q_0 – поток, падающий на поверхность; Q_A – поток, поглощенный поверхностью; Q_R – поток, отраженный поверхностью; Q_D – поток, прошедший через поверхность.

Обычно при расчете теплозащиты ограждающих конструкций влиянием солнечного излучения пренебрегают. Тем не менее тепловизионное обследование (рис. 1) на-

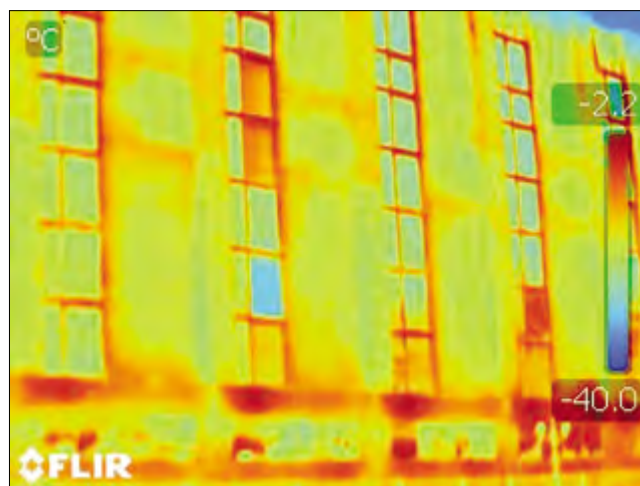


Рис. 1. Термограмма фасада здания типографии в Воронеже

Таблица 1

Значение суммарной солнечной радиации

Месяц	Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность, кВтч/м ²	Суммарная солнечная радиация на вертикальную поверхность, кВт ч/м ²	Сумма вертикальной и горизонтальной радиации, кВтч/м ²
Октябрь	96	102,5	198,5
Ноябрь	54	102	156
Декабрь	35	103	138
Январь	46	93,3	139,3
Февраль	75	111	186
Март	147	123,5	270,5
Апрель	188	157,4	345,4

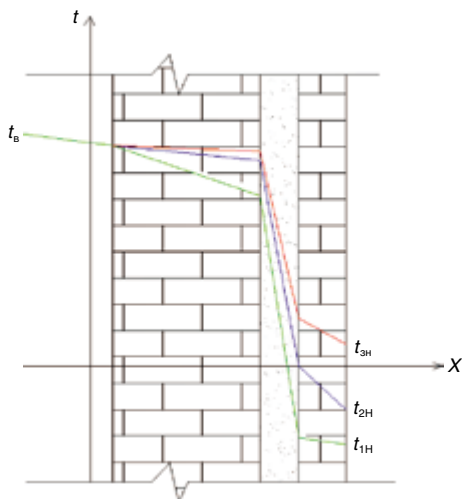


Рис. 2. Распределение температуры при интенсивном солнечном излучении в переходный климатический период

глядно подтверждает, что солнечный тепловой поток, особенно в осенне-весенний период года, создает значительный вклад в нагрев поверхностей ограждений.

Анализ термограммы ограждающей конструкции показывает, что полученная картина несколько противоречит классическому подходу: поверхность фасада нельзя назвать изотермической, поскольку ее температура имеет несколько значений, различающихся в пределах 7°C. Следовательно, можно допустить, что температурное поле на границе первого и второго слоев тоже не будет однородным. Если принять предположение, что в третьем слое ограждающей конструкции температура станет постоянной, то графически это будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

Оценка величины теплоступлений от солнечной энергии. Строительные организации в соответствии с требованиями федерального законодательства и нормативной документации обязаны составлять на каждый возведенный объект энергетический паспорт, данные которого подтверждают энергоэффективность сооружения и его принадлежность к определенному классу энергопотребления. При определении класса энергетической эффективности необходимо произвести расчет удельных тепловых величин, что требует знания годового расхода тепловой энергии на отопление. Суммарные годовые затраты на отопление главным образом зависят от конструкции наружных ограждений зданий. Ранее величину суммарных теплотерь Q_h^y по СНиП 23-02-2003 следовало определять следующим образом:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_s + Q_{int}) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_h, \quad (2)$$

где Q_h – потери теплоты через наружные ограждающие конструкции, МДж; Q_s – теплоступления от солнечного излучения через светопропускающие конструкции, МДж; Q_{int} – теплоступления бытовые, МДж; $\zeta \leq 1$ – коэффициент эффективности автоматического регулирования подачи тепла системой отопления; ν (при расчетах рекомендуется брать $\nu=0,8$) – коэффициент уменьшения теплоступлений, образующегося за счет тепловой защиты ограждающих конструкций; β_h – коэффициент, который учитывает избыточное потребление тепла системой (этот избыток объясняется бесполезными потерями тепла в запорных участках ограждений, в трубопроводах, которые проходят по неотапливаемым помещениям, а также прерывистостью

теплого потока ряда приборов и повышением температуры воздуха в помещениях, расположенных в угловых частях здания).

Стоит обратить внимание, что величина Q_s учитывает только то тепло, которое поступило в помещение через светопропускающие конструкции: окна, остекленные двери и пр. Соответственно количество теплоты солнечного излучения, которое передано на сами ограждающие конструкции, Q_s не учитывает.

Все величины в формуле (2) приведены в расчете за отопительный период. Для городов средней полосы России, с некоторыми поправками на географию и климатические нюансы той или иной местности, его длительность можно принять за 6–7 мес: с середины октября по апрель. Особый интерес представляет межсезонье (весенние и осенние месяцы), когда системы отопления функционируют в переходном режиме. В этом случае, внося в формулу соответствующие поправки на теплоступления от солнца на ограждающие конструкции, а также используя аккумуляцию солнечной энергии, можно вести более полный учет суммарных теплотерь, тем самым снизив затраты на теплотребление в межсезонье.

Для наглядности используем данные табл. 1, отражающие количество суммарного солнечного излучения на горизонтальные (крыши, чердачные покрытия) и вертикальные (ограждающие конструкции) поверхности в Воронеже.

Интенсивность солнечной энергии в отопительный период делится на два участка. С октября по январь наблюдается равномерный незначительный спад, а с января по апрель происходит значительный рост. Стоит отметить, что величина солнечной активности в апреле в три раза больше, чем в точке минимума января, а в октябре меньше в 1,5 раза. Таким образом, наибольшее количество теплоступлений от солнца в отопительный период приходится с февраля по апрель.

Для определения совокупного солнечного излучения на горизонтальную поверхность Q^{hor} , МДж/м², за отопительный период для климатического района строительства необходимо использовать следующую расчетную формулу [2]:

$$Q^{hor} = \sum_{i=1}^m Q_i^{hor}, \quad (3)$$

где Q_i^{hor} – совокупные поступления теплоты от солнечного излучения на горизонтальные поверхности для i -го месяца отопительного периода, МДж/м²; m – количество месяцев периода, которое определяется по данным [1].

Для того чтобы рассчитать влияние совокупного излучения (суммы прямого, отраженного и рассеянного) на верти-

Таблица 2

Потребление тепловой энергии зданием корпуса Воронежского ГАСУ

Месяц	Фактическое потребление за 2015 г., Гкал	Возможное потребление тепловой энергии в 2015 г., Гкал
Октябрь	13,05	11,91
Ноябрь	31,11	28,39
Декабрь	31,11	29,39
Январь	38,78	37,39
Февраль	44,15	40,29
Март	35,12	32,05
Апрель	28,1	25,64
Сумма за год	221,42	205,06

кальные поверхности за отопительный период, необходимо использовать следующую формулу [2]:

$$Q_j^{ver} = \sum_{i=1}^m Q_i^{ver} = \sum_{i=1}^m (S_{ij}^{ver} + D_i^{ver} + R_i^{ver}) = \sum_{i=1}^m \frac{(S_i^{hor} k + D_i^{hor} + R_i^{ver})}{2} + \frac{Q_i^{hor} A_i^{cal}}{2000}, \quad (4)$$

где S_{ij}^{ver} – прямое излучение солнца на вертикальную поверхность в i -м месяце отопительного периода для j -й ориентации, МДж/м²; D_i^{ver} , R_i^{ver} – рассеянное и отраженное излучение солнца на вертикальную поверхность в i -м месяце отопительного периода, МДж/м²; $S_i^{hor} k$, D_i^{hor} , R_i^{ver} – прямое и рассеянное излучение солнца на горизонтальную поверхность в i -м месяце отопительного периода, МДж/м²; A_i^{cal} – альbedo деятельной поверхности в i -м месяце отопительного периода, %; k – коэффициент пересчета прямого солнечного излучения с горизонтальной поверхности на вертикальную i -го месяца отопительного периода для j -й ориентации. Все данные по солнечному излучению следует брать при действительных условиях облачности.

Разумеется, при проектировании необходимо не только рассчитать количество поступающей солнечной радиации, но и учесть особенности конструкции ограждающих сооружений, а также материал. Во многих случаях экономически целесообразным является использование теплоаккумулирующих материалов, так как такая тепловая защита может значительным способом снизить теплопотери, удешевив тем самым эксплуатацию здания.

Для расчета теплопоступлений на ограждающую конструкцию необходимо использовать следующую формулу [2]:

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} (t_{нар} + \rho \frac{j_{ср}}{\alpha_{нар}} - t_n) + \frac{\beta_k \alpha_{вн}}{v} (0,5 \theta_1 A_{МС} + \frac{\rho}{\alpha_{нар}} \theta_2 A_j) \right] A_M, \quad (5)$$

где R – коэффициент теплосопrotивления, м²·°C/Вт; $t_{нар}$, t_n – средние температуры наружного воздуха и воздуха помещения соответственно, °C; ρ – коэффициент поглощения солнечного излучения поверхностью ограждающей конструкции; $j_{ср}$ – суммарное среднесуточное значение поверхностной плотности теплового солнечного потока, Вт/м²; $\alpha_{нар}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м²·°C); β_k – коэффициент, равный единице при наличии вентилируемой воздушной прослойки в ограждении, 0,6 – при ее отсутствии; $\alpha_{вн}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, Вт/(м²·°C); n – величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции; θ_1 , θ_2 – коэффициенты, характеризующие гармонические изменения температуры наружного воздуха; A_j – амплитуда колебаний совокупного излучения

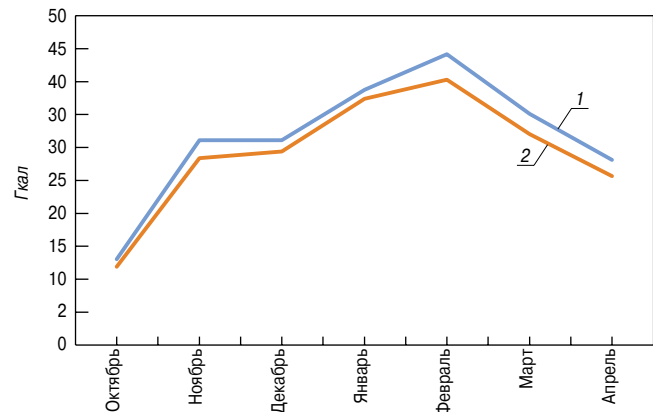


Рис. 3. График сравнения потребления тепловой энергии за 2015 г., Гкал: 1 – фактическое; 2 – возможное

в пределах суток; A_M – площадь ограждающей конструкции, м².

Оценка эффективности применения теплоаккумулирующего материала на примере здания Воронежского ГАСУ. Авторами проведен сравнительный анализ потребления тепловой энергии при использовании материалов наружных стен с различной аккумулирующей способностью. Рассматривалось здание корпуса Воронежского ГАСУ, стены которого выполнены в двухслойном варианте: основной материал – кирпич, снаружи – штукатурка. В целях уменьшения теплопотерь подбор материала был осуществлен исходя из необходимых условий тепловой защиты и санитарно-гигиенических норм. Применяемый материал должен обладать высокой способностью к теплоусвоению, которая находится в прямой пропорции к физическим свойствам материала – плотности и удельной теплоемкости. В табл. 2 представлены результаты расчетов по зависимостям 4,5 при использовании материала с большей плотностью.

Расчеты показали, что один из способов существенной экономии тепловой энергии заключается в том, чтобы, не изменяя теплопроводности материала, увеличить его плотность. Суммарный экономический эффект применения такого способа составляет 10–12% за отопительный период (рис. 3).

В заключение стоит отметить, что действующая нормативная документация в сфере проектирования тепловой защиты зданий не позволяет сделать качественной и точной оценки вклада солнечного излучения в общее количество теплопоступлений, тем самым не отвечая современным требованиям энергоэффективности. Способами, позволяющими создать баланс между выполнением высокого уровня теплозащиты и проектированием теплоусвоения ограждающей конструкции, являются: применение инновационных материалов с высокой

способностью к теплоусвоению, применение в ограждающих конструкциях воздушных прослоек с заданными параметрами, а также грамотное использование светопропускающих ограждений. При использовании более точных расчетных методов определения теплового баланса, учитывающих все теплопоступления от солнца при проектировании ограждающих конструкций, в переходные периоды возможна значительная экономия средств на отопление зданий.

Выводы. Проведенные авторами исследования доказывают целесообразность и эффективность использования возобновляемых источников энергии в центральной поло-

се России. Выполнен анализ и представлены графические зависимости количества солнечной радиации в осенне-весенний отопительный период, показывающие целесообразность использования энергии солнца. Определено, что аккумулирующая способность строительного материала в большей степени зависит от плотности и удельной теплоемкости. Определен экономический эффект учета солнечной радиации при проектировании тепловой защиты здания. Таким образом, очевидна необходимость комплексного учета теплопоступлений от солнца при проектировании ограждающих конструкций зданий в средней полосе РФ.

Список литературы

1. Щукина Т.В. Поглощающая способность наружных ограждений зданий для пассивного использования солнечного излучения // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 9. С. 66–68.
2. Щукина Т.В. Энергосберегающие наружные ограждения для зданий с регулируемым микроклиматом // *Промышленное и гражданское строительство*. 2009. № 4. С. 48–49.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О нормировании теплозащиты и требованиях расхода энергии на отопление и вентиляцию в проекте актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий» // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2013. № 31–2 (50). С. 468–474.
4. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 14–16.
5. Самарин О.Д. Энергетический баланс гражданских зданий и возможные направления энергосбережения // *Жилищное строительство*. 2012. № 8. С. 2–4.
6. Dylewski R., Adamczyk J. Economic and ecological indicators for thermal insulating building investments // *Energy and Buildings*. 2012. No. 54, pp. 88–95.
7. Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings // *Smart Grid and Renewable Energy*. Vol. 3. No. 3. 2012, pp. 231–238.
8. Ливчак В.И. Длительность отопительного периода для многоквартирных домов и общественных зданий. Режим работы систем отопления и вентиляции (с учетом ISO 13790:2008 и актуализированной редакции ГОСТ Р 13790) // *Энергосбережение*. 2013. № 6. С. 22–27.
9. Наумов А.Л., Смага Г.А., Шилькрот Е.О. Определение годовых расходов энергии на эксплуатацию зданий // *АВОК*. 2010. № 4. С. 16–23.
10. Щукина Т.В. Тенденции возрастающей энергообеспеченности гелиоактивных зданий // *Энергосбережение*. 2009. № 2. С. 66–70.
11. Турулов В.А. Гелиоактивные стены зданий. М.: АСВ, 2011. 168 с.
12. Безруких П.П., Стребков Д.С. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии. М: ГНУ ВИЭСХ, 2005. 264 с.
13. Щукина Т.В. Солнечное теплоснабжение зданий и сооружений. Воронеж: ВГАСУ, 2007. 121 с.
14. Щукина Т.В., Чудинов Д.М. Исследование эффективности энергоактивных ограждений для пассивного солнечного отопления // *Промышленная энергетика*. 2007. № 8. С. 52–54.

References

1. Shchukina T.V. The absorption capacity of external protections of buildings for the passive use of solar radiation. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2012. No. 9, pp. 66–68. (In Russian).
2. Shchukina T.V. Energy-saving exterior fences for buildings with controlled climate. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2009. No. 4, pp. 48–49. (In Russian).
3. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Theoretical reasons for calculation of reduced thermal resistance of building enclosures. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2010. No. 12, pp. 4–12. (In Russian).
4. Gagarin V.G., Dmitriev K.A. Account of thermal nonuniformities during estimation of thermal performance of building enclosures in Russia and European countries. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2013. No. 6, pp. 14–16. (In Russian).
5. Samarin O.D. The energy balance of public buildings and possible ways of energy saving. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 8, pp. 2–4. (In Russian).
6. Dylewski Robert, Adamczyk J. Economic and ecological indicators for thermal insulating building investments. *Energy and Buildings*. 2012. No. 54, pp. 88–95.
7. Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings. *Smart Grid and Renewable Energy*. Vol. 3. No. 3. 2012, pp. 231–238.
8. Livchak V.I. Duration of the heating season for multistorey dwellings and public buildings. The regime of operation of heating and ventilation systems (considering ISO 13790:2008 and actualized edition of GOST R 13790). *Energosberezheniye*. 2013. No. 6, pp. 22–27. (In Russian).
9. Naumov A.L., Smaga G.A., Shilkrot Ye.O. Determination of annual energy consumption for building operation. *AVOK*. 2010. No. 4, pp. 16–23.
10. Shchukina T.V. Trends of increasing energy supply geoactive buildings. *Energosberezhenie*. 2009. № 2, pp. 66–70. (In Russian).
11. Turulov V.A. Geliioaktivnye walls of buildings. Moscow: ASV, 2011. 168 p.
12. Bezrukikh P.P., Strebkov D.S. Vozobnovlyаемая энергетика: strategiya, resursy, tekhnologii [Renewable energy: strategy, resources and technologies]. Moscow: GNU VIESH, 2005. 264 p.
13. Shchukina T.V. Solnechnoe teplosnabzhenie zdaniy i sooruzheniy [Solar heating of buildings]. Voronezh: VGASU, 2007. 121 p.
14. Shchukina T.V., Chudinov D.M. Research of efficiency of energy active enclosures for passive solar heating. *Promyshlennaya energetika*. 2007. No. 8, pp. 52–54. (In Russian).

УДК 699.86

О.Д. САМАРИН, канд. техн. наук (samarin-oleg@mail.ru)

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

Об обоснованном определении границ отопительного сезона

Рассмотрены действующие в настоящее время в России принципы определения моментов начала и конца отопительного сезона в зависимости от поведения среднесуточной температуры наружного воздуха. Показано, что несоответствие реального режима работы тепловых сетей требуемому по климатическим параметрам приводит к ухудшению комфортности внутреннего микроклимата и к дополнительным материальным и энергетическим затратам на системы искусственного охлаждения. Приведены климатические данные апреля для г. Москвы за последние восемь лет, позволяющие выявить необходимый срок отключения централизованного теплоснабжения на нужды отопления в соответствии с действующими правилами. Полученные даты сопоставлены с моментами фактического прекращения теплоподдачи, и на основе их расхождения с требуемыми произведена количественная оценка перерасхода тепловой энергии в относительном выражении.

Ключевые слова: отопительный сезон, теплопотери, теплопоступления, температура, комфортность.

Для цитирования: Самарин О.Д. Об обоснованном определении границ отопительного сезона // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 33–35.

O.D. SAMARIN, Candidate of Sciences (Engineering) (samarin-oleg@mail.ru)
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (26, Yaroslavskoye Highway, 129337, Moscow, Russian Federation)

On Substantiated Definition of Heating Season Boundaries

The valid principles at the present time in Russia are considered for determining the moments of the beginning and end of the heating season depending on the behavior of the average daily outdoor temperature. It is shown that the discrepancy between the real mode of operation of heat networks to the required one on the climatic parameters leads to deterioration of indoor climate comfort and to additional material and energy-related costs for artificial cooling. The climate data for April in Moscow are given over the past eight years, allowing to identify the required period of disconnection of centralized heat supply for heating in accordance with the applicable rules. Received date associated with moments of actual termination of air heating, and on the basis of their discrepancy with the required ones the quantitative estimation of thermal energy overexpenditures is made in the relative expression.

Keywords: heating season, heat losses, heat ingresses, temperature, comfort.

For citation: Samarina O.D. On substantiated definition of heating season boundaries. *Zhilyshchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 33–35. (In Russian).

Вопрос о своевременном начале и окончании отопительного сезона имеет существенное значение как с точки зрения обеспечения необходимой комфортности микроклимата отапливаемых помещений, так и исходя из необходимости сокращения потребления теплоты с целью экономии энергетических ресурсов. Последнее особенно актуально в настоящее время в связи с исчерпанием источников ископаемого органического топлива и имеющейся тенденции к повышению его стоимости, несмотря на все текущие колебания. Поэтому вопросам повышения энергоэффективности зданий и сооружений при их строительстве и эксплуатации и методам нормирования энергосберегающих мероприятий уделяли внимание многие авторы как в нашей стране, так и за рубежом [1–6].

Рассматриваемая проблема в основном сводится к так называемым «перетопам» в начале и конце отопительного периода, когда фактическая теплоотдача отопительных приборов превышает текущую теплопотребность помещений, равную разности теплопотерь и теплопоступлений. Разумеется, такая ситуация может сложиться и в зимние месяцы, особенно с учетом происходящего потепления климата. Однако в этом случае заведомо известно, что по-

добные случаи являются кратковременными, а комфорта можно добиться, например, за счет использования тепловой инерции ограждений, снижения температуры притока в системе вентиляции, использования режима «свободного охлаждения» в системах кондиционирования воздуха и другими способами, не приводящими к дополнительным энергозатратам. Поэтому в статье речь пойдет о преждевременном, необоснованном в полной мере начале и особенно слишком позднем окончании отопительного сезона. Дело в том, что теплопоступления в помещения от солнечной радиации уже в апреле являются достаточно значительными, поэтому задержка с отключением теплоснабжения приводит к еще более ощущаемому дискомфорту, чем слишком позднее его включение. Тем более что борьба с теплоизбытками значительно сложнее, чем с теплонедостатками, поскольку требует специальных систем охлаждения, которые являются энергоемкими и достаточно дорогими, а потому реализуемыми далеко не для всех объектов.

Следует, правда, заметить, что в зданиях, построенных в последние годы, данный недостаток в значительной мере преодолевается установкой автоматических терморегуляторов у отопительных приборов, которая в соответствии с

Таблица 1
Температура наружного воздуха в Москве в апреле 2008–2015 гг.

Число месяца	Год							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	4,9	3,2	8,1	-0,9	0,9	0,9	-1,9	0,5
2	6	1,4	9	2,5	-0,3	4,5	-2,8	2,6
3	8,5	0,6	8,2	7,9	0,4	1,9	-0,3	1,4
4	10,2	1	7,9	6,4	1,2	1,4	0,3	2,4
5	11,3	-0,4	7,7	4,9	0,1	3,2	-0,6	2,3
6	11,4	4,9	8,7	4,9	1,5	2,9	4,8	2,4
7	12,8	2,7	9,3	3,8	0,6	0,5	5,5	3,9
8	13,3	0	10,6	3,4	3,2	1,8	3,1	4,5
9	10,5	-0,3	7,9	0,9	3	1,6	1,7	4,3
10	13,5	0	8	2,5	2,1	1,9	0,6	6,9
11	16,6	2,6	8	1,8	3,3	2,7	2,1	9,6
12	12,7	6,3	7,2	0,7	4,5	4	5,6	10,6
13	12,3	6,7	5,3	1,6	3,5	4	8,5	10,1
14	9,5	7,4	8	2,2	6,9	7,5	5,1	6,6
15	3,7	9,8	8,4	4,3	8,1	9,8	8,7	4,4
16	4,2	2,8	9,7	4,9	13	10,1	8,7	3,4
17	4,1	2	9,9	5,9	14,8	11	7,8	4,9
18	6,6	4	8,6	7,3	8,3	12,4	8,2	3,9
19	8,1	0,2	12,1	4,1	8,1	15,6	11	0
20	5,7	1,8	10,9	3,2	11	11,7	12,9	-0,1
21	5,7	0,2	10,6	5,9	15,1	6,8	14,9	3,5
22	5,8	0,6	10,5	10,4	15,1	5,4	16,9	5,1
23	6,3	3,8	5,8	10,5	13,7	5,8	13,2	6,9
24	6,9	6,5	7	11,6	15	6,4	5	6,4
25	9,7	8,9	4,1	12,3	15,1	5,2	8,5	6,9
26	11,2	13,9	3,4	12,8	16,3	8	7,6	8,3
27	11,9	16,4	6,7	14,5	15,5	10,5	10,3	13
28	12,8	17,5	8,5	16,2	18,1	6,9	14,5	15,6
29	13,5	18,8	8,6	12,9	17,1	8,1	14	18,4
30	13,8	10,9	10,6	13	9,9	10,4	15,6	13

требованиями СП 60.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» является в настоящее время обязательной. Но, во-первых, даже при полном отключении подачи теплоносителя в отопительные приборы остается некоторый тепловой поток от проложенных через помещение трубопроводов, а также от самого прибора в силу его тепловой инерции. Во-вторых, до сих пор значительную, если не большую, часть отапливаемых объектов составляют здания, сооруженные до 1995 г., в первую очередь жилые. Как правило, в них автоматическое регулирование теплоподдачи не предусмотрено, а системы отопления являются преимущественно однотрубными, по своей конструкции практически не допускающие такого регулирования.

В настоящее время моменты начала и окончания отопительного сезона, а именно спустя пять суток после устойчивого понижения или, наоборот, повышения среднесуточной температуры наружного воздуха относительно граничной величины $+8^{\circ}\text{C}$, регламентируются Постановлением Правительства РФ № 354 от 6 мая 2011 г. Оно фактически закрепляет сложившуюся практику, которая основана на исследовании энергетического баланса подавляющего большинства объектов жилого и гражданского назначения. Не будем подвергать ее сомнению, а обратимся к анализу реальных климатических данных для г. Москвы. В табл. 1

приведены значения среднесуточной наружной температуры в апреле за последние восемь лет по данным источника [http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27612&month=4 &year=2008 ... 2015](http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27612&month=4 &year=2008...2015). Светло-серым фоном выделены даты начала более или менее устойчивого превышения над уровнем $+8^{\circ}\text{C}$, а темно-серым – последующие интервалы, когда в результате похолоданий температура опять оказывается ниже этого значения. Легко видеть, что по продолжительности все эти периоды не длиннее пяти суток, поэтому, вообще говоря, их можно было бы и не принимать во внимание.

На основании приведенных данных можно определить требуемые даты окончания отопительного периода, указанные в табл. 2. Для сравнения там же отмечены фактические сроки прекращения централизованного теплоснабжения по сведениям <http://energovopros.ru/issledovaniya/2337/2384/24511/>.

В работе [7], однако, фактически отстаивается подход, в соответствии с которым необходимо продолжать подачу теплоты в апреле, даже если уже был период, когда среднесуточная температура в течение пяти суток превышала $+8^{\circ}\text{C}$. Правда, используемые там данные относятся к интервалу 2000–2010 гг., однако и здесь, как нетрудно убедиться, последующие случаи с понижением температуры ни разу не становятся длиннее пяти дней подряд. Из табл. 2 видно, что

среднее запаздывание фактической даты прекращения теплоподдачи по сравнению с климатически обоснованным сроком составляет 7,25 сут. Можно приблизительно оценить получаемое при этом увеличение градусо-суток отопительного периода, если считать, что на протяжении всей этой недели наружная температура составит ровно $+8^{\circ}\text{C}$. Для жилого здания с внутренней температурой $+20^{\circ}\text{C}$ по ГОСТ 304094–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» получим $\Delta(\text{ГСОП})=(20-8)\cdot 7,25=87\text{ К}\cdot\text{сут}$. При этом в целом уровень ГСОП тогда составляет $(20+2,2)\cdot 205=4551\text{ К}\cdot\text{сут}$, если принять среднюю продолжительность отопительного периода в Москве равной 205 сут, а среднюю наружную температуру $-2,2^{\circ}\text{C}$ по СП 131.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* «Строительная климатология». Таким образом, задержка с отключением теплоснабжения приводит к перерасходу тепловой энергии в размере как минимум $87\cdot 100/4551=1,9\%$.

Возможно, это и не слишком значительная величина, и последствия рассматриваемой проблемы в большей степени связаны с ухудшением комфортности микроклимата помещений, хотя и это очень важно. Вероятно, это даже лежит на первом плане, так же как и упомянутое ранее повышение нагрузки на системы искусственного охлаждения, которое, однако, оценить несколько сложнее.

Таблица 2

Моменты окончания отопительного периода в Москве в 2008–2015 гг.

Источник	Год								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднее
Из табл. 1	07 апр.	29 апр.	18 апр.	26 апр.	19 апр.	19 апр.	22 апр.	30 апр.	21,25 апр.
Фактически	29 апр.	28 апр.	1 мая	28 апр.	22 апр.	30 апр.	30 апр.	30 апр.	28,5 апр.
Разность, сут	22	–1	12	2	3	11	8	0	7,25

Таблица 3

Моменты начала отопительного периода в Москве в 2007–2014 гг.

Источник	Год								
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Среднее
По среднесуточной температуре*	14 окт.	29 окт.	05 окт.	04 окт.	18 окт.	13 окт.	30 сен.	06 окт.	11 окт.
Фактически**	05 окт.	24 сент.	29 сент.	28 сент.	28 сент.	06 окт.	23 сент.	28 сент.	28,9 сент.
Разность, сут	9	35	6	6	20	7	7	8	12,1

* [http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27612&month=9 ... 10 &year=2007 ... 2014](http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27612&month=9...10&year=2007...2014).
** По данным различных источников.

Однако для моментов начала отопительного периода ситуация оказывается еще более сложной. Соответствующие данные приведены в табл. 3. Они получены тем же способом, что и для апреля.

При этом среднее увеличение ГСОП составит уже $\Delta(\text{ГСОП})=(20-8)\cdot 12,1=145,2$ К·сут, или уже $145,2\cdot 100/4551=3,2\%$, а в сумме с превышением в апреле получаем 5,1%, что уже достаточно заметно. В этом смысле можно отметить работу [8], где приводятся обоснованные данные по фактическому уровню ГСОП, который определяется в конечном счете в зависимости от интенсивности теплотоплений в помещении. Однако любое, даже незначительное энергосбережение имеет смысл, если оно не требует никаких дополнительных капитальных затрат, что в данном случае как раз и имеет место. Представляется, что данные соображения должны быть более существенными, чем интересы поставщиков топливно-энергетических ресурсов.

Список литературы

- Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2010. № 12. С. 4–12.
- Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 14–16.
- Самарин О.Д. Энергетический баланс гражданских зданий и возможные направления энергосбережения // *Жилищное строительство*. 2012. № 8. С. 2–4.
- Самарин О.Д., Федорченко Ю.Д. Влияние регулирования систем обеспечения микроклимата на качество поддержания внутренних метеопараметров // *Вестник МГСУ*. 2011. № 7. С. 124–128.
- Robert Dylewski, Janusz Adamczyk. Economic and ecological indicators for thermal insulating building investments // *Energy and Buildings*. 2012. No. 54, pp. 88–95.
- Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings // *Smart Grid and Renewable Energy*. Vol. 3. No. 3. 2012, pp. 231 – 238.
- Jedinák Richard. Energy Efficiency of Building Envelopes // *Advanced Materials Research* (Vol. 855). 2013, pp. 39–42.

- Ливчак В.И. Длительность отопительного периода для многоквартирных домов и общественных зданий. Режим работы систем отопления и вентиляции (с учетом ISO 13790:2008 и актуализированной редакции ГОСТ Р 13790) // *Энергосбережение*. 2013. № 6. С. 22–27.
- Наумов А.Л., Смага Г.А., Шилькрот Е.О. Определение годовых расходов энергии на эксплуатацию зданий // *АВОК*. 2010. № 4. С. 16–23.

References

- Gagarin V.G., Kozlov V.V. Theoretical reasons for calculation of reduced thermal resistance of building enclosures. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2010. No. 12, pp. 4–12. (In Russian).
- Gagarin V.G., Dmitriev K.A. Account of thermal nonuniformities during estimation of thermal performance of building enclosures in Russia and European countries. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2013. No. 6, pp. 14–16. (In Russian).
- Samarin O.D. Energeticheskiy balans grazhdanskikh zdaniy i vozmozhnye napravleniya energosberezheniya [The energy balance of public buildings and possible ways of energy saving]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 8, pp. 2–4. (In Russian).
- Samarin O.D., Fedorchenko Y.D. The Influence of Microclimate Control Systems on the Grade of Maintenance of Internal Air Parameters. *Vestnik MGSU*. 2011. No. 7, pp. 124–128. (In Russian).
- Robert Dylewski, Janusz Adamczyk. Economic and ecological indicators for thermal insulating building investments // *Energy and Buildings*. 2012. No. 54, pp. 88–95.
- Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings // *Smart Grid and Renewable Energy*. Vol. 3. No. 3. 2012, pp. 231–238.
- Jedinák Richard. Energy Efficiency of Building Envelopes // *Advanced Materials Research* (Vol. 855). 2013, pp. 39–42.
- Livchak V.I. Duration of the heating season for multi-storey dwellings and public buildings. The regime of operation of heating and ventilation systems (considering ISO 13790:2008 and actualized edition of GOST R 13790. *Energoberezheniye*. 2013. No. 6, pp. 22–27. (In Russian).
- Naumov A.L., Smaga G.A., Shilkrot Ye.O. Determination of annual energy consumption for building operation. *AVOK*. 2010. No. 4, pp. 16–23. (In Russian).

УДК 691 (571.56)

Т.А. КОРНИЛОВ, д-р техн. наук (kornt@mail.ru), Г.Н. ГЕРАСИМОВ, инженер
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова (677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58)

Энергоэффективные решения соединения наружной стены с цокольным перекрытием малоэтажных домов из ЛСТК в условиях Крайнего Севера

В условиях Крайнего Севера обеспечение температурного режима здания из стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) усложняется в цокольной части повышенной инфильтрацией воздуха при наличии проветриваемого подполья, наличием большого количества теплопроводных стальных элементов, сложными монтажными условиями. Для проектирования угловых соединений наружных стен с цокольным перекрытием разработаны конструктивные мероприятия, учитывающие экстремальные климатические условия. При строительстве малоэтажных зданий из ЛСТК в центральных районах Якутии предлагается устройство железобетонного цокольного перекрытия с использованием термовкладышей из деревянного бруса или блоков из автоклавного газобетона. Рекомендуемое ступенчатое расположение термовкладышей между стальными элементами каркаса и цокольным перекрытием позволяет перекрывать стыки теплоизоляционных материалов с другими конструктивными элементами, что снижает влияние инфильтрации воздуха. С применением программы расчета трехмерных температурных полей получены значения температуры во фрагментах различных вариантов углового соединения наружных стен с цокольным перекрытием. На основании анализа температурных полей и теплотехнических показателей выбраны наиболее оптимальные решения соединений, обеспечивающие тепловую защиту зданий из ЛСТК. Показано, что элементы стального каркаса из ЛСТК располагаются в зоне с положительной температурой. Для отдаленных районов Якутии предлагается использовать клееные деревянные балки со ступенчатым сечением. Расчеты температурных полей в соединении с использованием клееной балки показали соответствие теплотехнических показателей нормируемым требованиям по теплозащите зданий.

Ключевые слова: легкие стальные тонкостенные конструкции, цокольное перекрытие, инфильтрация, температура, мостики холода.

Для цитирования: Корнилов Т.А., Герасимов Г.Н. Энергоэффективные решения соединения наружной стены с цокольным перекрытием малоэтажных домов из ЛСТК в условиях Крайнего Севера // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 36–41.

T.A. KORNILOV, Doctor of Sciences (Engineering) (kornt@mail.ru), G.N. GERASIMOV, Engineer
M.K. Ammosov North-Eastern Federal University (58, Belinsky Street, Yakutsk, 677000, Russian Federation)

Energy-Efficient Solutions of the External Wall Connection with the Basement Floor of Low-Rise Buildings of Light Steel Thin-Walled Structures (LSTS) in the Far North

The temperature conditions ensuring of the light steel thin-walled structures (LSTS-buildings) is more complicated in the basement of the high air infiltration if there is a ventilated underground, a large number of heat-conducting steel components and difficult assembly conditions in the far North. Efficiency procedures taking into account the extreme climatic conditions were designed for the corner joints design of external walls with the basement floor. Construction of reinforced concrete basement floor using thermal liner of wooden log or blocks of autoclaved aerated concrete is proposed in the construction of low-rise LSTS-buildings in the central regions of Yakutia. Recommended stepped position of thermal lines between the steel frame units and basement floor allows overlapping the joints of thermal insulation materials with other structural elements to reduce air infiltration influence. Temperature values in the fragments of different variants of the corner joints of external walls with a basement floor were obtained by means of the program of calculation of three-dimensional temperature field. The most possible solutions of the joints provide thermal protection of LSTS-buildings are selected based on the analysis of temperature fields and thermal measures. It is shown that the LSTS-elements of the steel frame are placed in the area with positive temperature. Application of laminated wood beams with stepped cross-section is proposed in the distant Yakut areas. Calculations of temperature fields in connection with the laminated beams using showed the compliance of the thermal measures of standard requirements on thermal protection of buildings.

Keywords: light steel thin-walled structures, basement floor, infiltration, temperature, cold bridges.

For citation: Kornilov T.A., Gerasimov G.N. Energy-efficient solutions of the external wall connection with the basement floor of low-rise buildings of light steel thin-walled structures (LSTS) in the Far North. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 36–41. (In Russian).

Одной из наиболее распространенных проблем при строительстве и эксплуатации малоэтажных домов из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) зданий в условиях Севера является нарушение теплового режима в цокольной части зданий. Тепловизионные обследования объектов, построенных по технологии ЛСТК на территории Якутии, показывают, что наиболее проблемными участками являются зоны примыкания наружных стеновых ограждений к цокольному перекрытию. В большинстве случаев тепло-

вые потери происходят на участках примыкания стальных стоечных профилей к горизонтальной направляющей [1].

Из опыта строительства и эксплуатации зданий известно, что цокольная часть зданий любого конструктивного типа является наиболее уязвимой с точки зрения обеспечения теплозащиты зданий. Данный вопрос не раз обсуждался различными авторами и предлагались конструктивные решения по улучшению температурного режима цокольной части зданий [2–5]. Обеспечение температурного режима

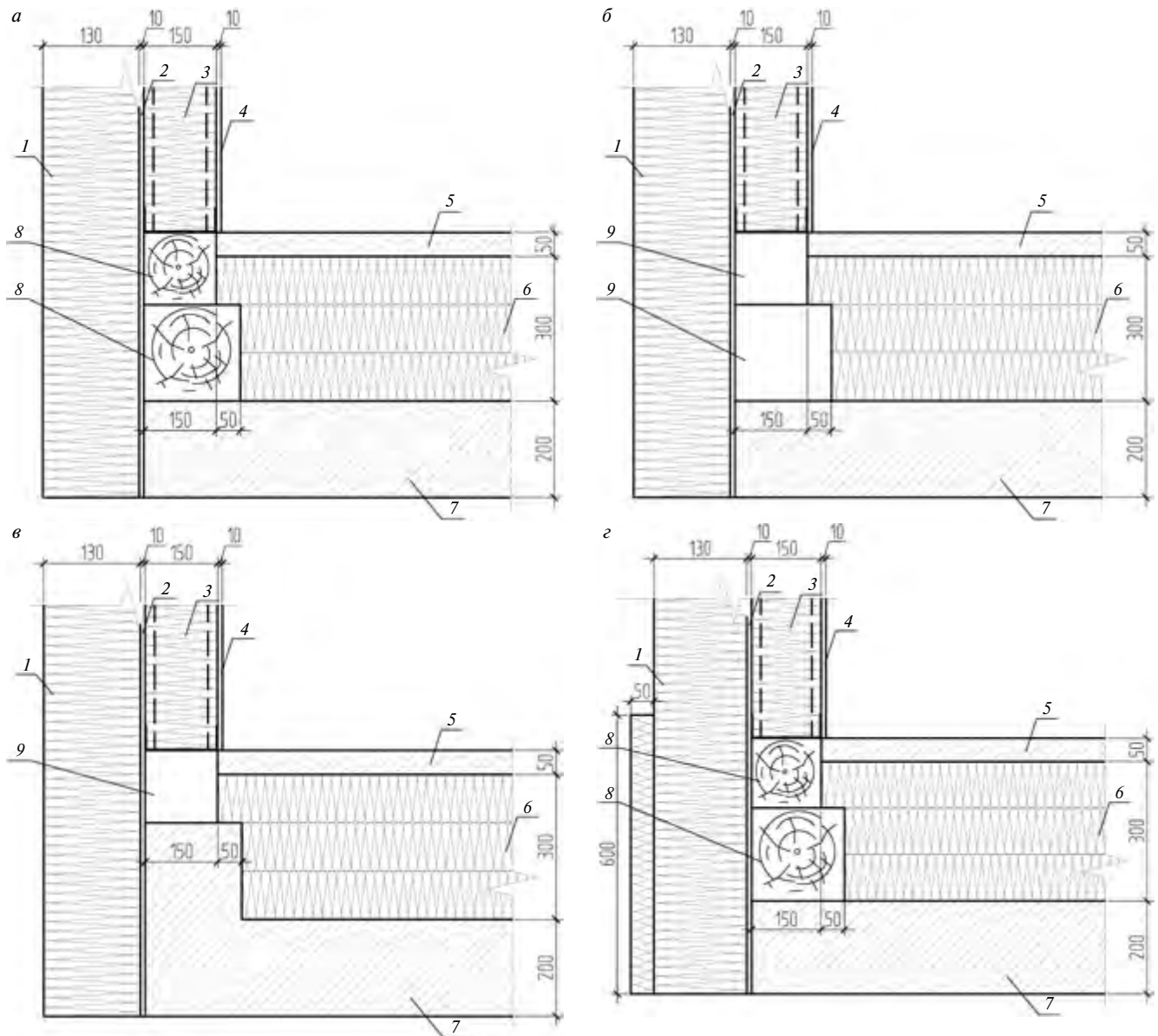


Рис. 1. Конструктивные решения соединения наружной стены с цокольным железобетонным перекрытием здания из ЛСТК: а – тип 1.1; б – тип 1.2; в – тип 1.3; г – тип 1.1-0; 1 – минераловатные плиты марки П125, $\lambda=0,042 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 2 – ориентировочно-стружечная плита OSB, $\lambda=0,34 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 3 – минераловатные плиты марки П40, $\lambda=0,041 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ между стоечными стальными профилями толщиной стенки 1,8 мм с шагом 600 мм, $\lambda=58 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 4 – гипсокартон ГКЛ, $\lambda=0,21 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 5 – цементно-песчаная стяжка М150, $\lambda=0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 6 – пенополистирольные плиты ПСБ-С-35, $\lambda=0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 7 – монолитная железобетонная плита, $\lambda=1,92 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 8 – термовкладыш из хвойных пород древесины, $\lambda=0,14 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$; 9 – термовкладыш из легкого бетона, $\lambda=0,16 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

в цокольной части домов из ЛСТК усложняется наличием следующих факторов:

- большое количество теплопроводных включений: фундаментные прокатные стальные балки по винтовым стальным сваям – тонкостенные стальные балки, тонкостенные балки – направляющие профили, направляющие профили – стоечные профили и т. п.
- проветриваемое подполье при свайном решении фундаментов;
- температурные швы в цокольном перекрытии.

В актуализированной редакции СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» – СП 50.13330.2012 (далее – СП 50) выбор теплозащиты наружных ограждений зданий регламентируется в первую очередь требованиями соответствия теплотехнических показателей нормируемым значениям с учетом теплопроводных включений. Этот вопрос не рассматривался исследователями и обсуждался на конфе-

ренциях [6–7]. Вместе с тем опыт строительства и эксплуатации зданий на Крайнем Севере показывает, что именно высокая инфильтрация воздуха является основным фактором, отрицательно влияющим на температурный режим зданий. Теплоизоляционные материалы, используемые в малоэтажном каркасном домостроении, имеют плотность 20–125 кг/м³ и соответственно относятся к воздухопроницаемым материалам. В [8] было показано, что даже при небольшой скорости движения воздуха в теплоизоляционном слое неплотное примыкание минераловатных плит к стене в вентилируемых фасадных конструкциях значительно снижает теплозащиту ограждения и соответственно приведенное сопротивление теплопередаче. В малоэтажных домах из ЛСТК из-за высокой инфильтрации воздуха при устойчивой температуре наружного воздуха ниже -40°C любые неплотности примыкания теплоизоляционных материалов к конструктивным элементам каркаса или некачественное выполнение

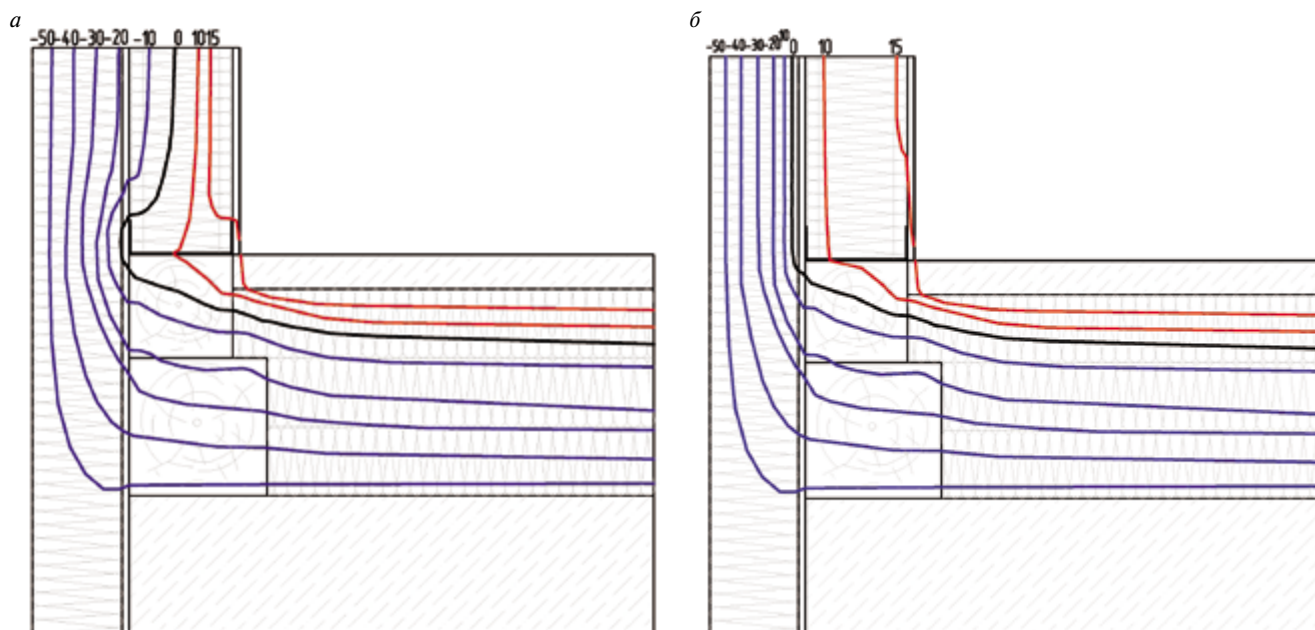


Рис. 2. Распределение температуры в угловом соединении 1.1 при температуре наружного воздуха -54°C по вертикальному сечению: а — на участке расположения теплоизоляционных плит в стене; б — в месте расположения стального стоечного профиля стены

стыков различных конструктивных элементов приводят к проникновению холодного воздуха, проще говоря, «продуванию», или «сквозняку». Особенно эффект проявляется в цокольной части каркасных зданий, где разница давления между наружным и внутренним воздухом наиболее высока.

При возведении домов из ЛСТК большое количество монтажных работ выполняется на строительной площадке и обеспечение теплозащиты зданий зависит от качества теплоизоляционных работ и во многом от человеческого фактора. Из опыта строительства малоэтажных домов из ЛСТК выявлено, что наиболее неудобными для укладки плит являются участки между полками С-образных стоечных профилей, где имеется некоторый изгиб конца полки. Кроме того, на участках соединения стальных профилей между собой возникает также проблема качественного выполнения теплоизоляционных работ из-за наличия значительного количества самонарезающих винтов.

С учетом вышеизложенного основными конструктивными мероприятиями при проектировании цокольного перекрытия и отдельных узлов каркасных зданий из ЛСТК при повышенной инфильтрации воздуха в условиях Крайнего Севера должны быть:

- многослойность цокольного перекрытия с обеспечением воздухопроницаемости;
- расположение стальных профилей каркаса в теплой зоне здания путем рассечения термовкладышами;
- многоступенчатость термовкладышей из материалов с низкой теплопроводностью.

В предыдущей статье [9] было показано, что для условий Крайнего Севера наиболее оптимальным по технико-экономическим показателям является двухслойное стеновое ограждение с применением воздухопроницаемых плит, например OSB, между отдельными теплоизоляционными слоями. Поэтому ниже рассмотрены конструктивные решения соединения двухслойного стенового ограждения с цокольным перекрытием.

1-й вариант. В цокольной части зданий при строительстве малоэтажных домов из ЛСТК в центральных районах Якутии, где развита транспортная инфраструктура и имеется база

строительной промышленности, предлагается использовать монолитное железобетонное перекрытие для создания воздухопроницаемого слоя снизу. Для смещения стальных элементов каркаса дома в зону с положительной температурой следует сделать кладку из материалов, например, из газобетонных блоков автоклавного твердения, с более низким коэффициентом теплопроводности, $\lambda \leq 0,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, на высоту теплоизоляции перекрытия. Возможно также применение нескольких рядов окладных венцов из деревянного бруса. Здесь следует отметить один важный момент: кладка из легких блоков или венцы из бруса должны иметь ступенчатый характер, что позволит перекрывать верхним теплоизоляционным слоем стыки нижнего слоя теплоизоляции. На рис. 1 представлены возможные варианты конструктивного решения узлов примыкания: с использованием двух окладных венцов из деревянного бруса (тип 1.1), двух рядов кладки из легких блоков (тип 1.2), одного ряда кладки из легких блоков и железобетонной балки (тип 1.3). Во всех вариантах угловых соединений ступенчатое расположение термовкладышей из деревянного бруса или легких бетонных блоков позволяет перекрывать стыки теплоизоляционных материалов с другими конструктивными элементами верхним теплоизоляционным слоем. Это простой, но при этом надежный способ снижения влияния инфильтрации воздуха.

Фрагменты углового соединения наружного стенового ограждения здания из ЛСТК рассмотрены в трехмерных вариантах со следующими параметрами: высота стенового ограждения 1,2 м, длина и ширина фрагмента 0,6 м с учетом шага профилей. Для оценки теплотехнических показателей проведены расчеты трехмерных температурных полей фрагментов угловых соединений двухслойных стеновых ограждений из ЛСТК с цокольным перекрытием с использованием сертифицированной программы «SHADDAN 3D ST». Все расчеты выполнены для осредненных расчетных параметров по обеспечению теплозащиты зданий в арктических районах: расчетная температура наружного воздуха $t_{\text{н}} = -54^{\circ}\text{C}$ и температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = +21^{\circ}\text{C}$. При этом нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче цокольного перекрытия согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» должно составлять не менее $R_{\text{п}}^{\text{нр}} = 7,2 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

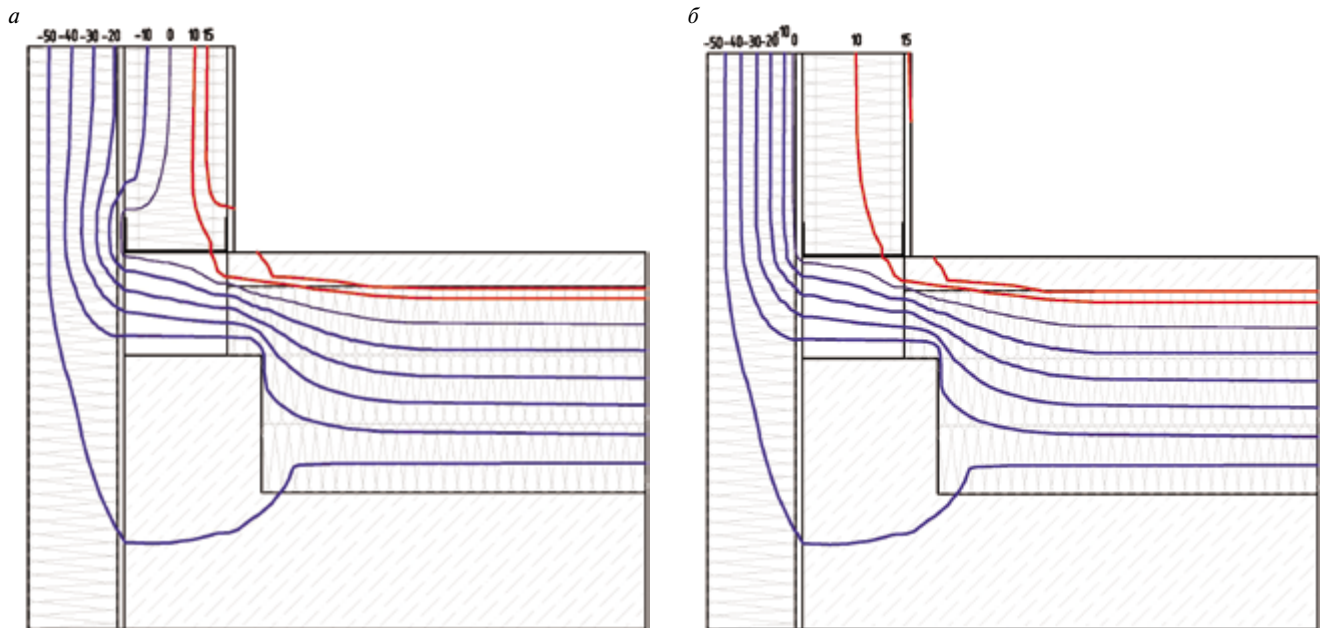


Рис. 3. Распределение температуры в угловом соединении 1.3 при температуре наружного воздуха -54°C по вертикальному сечению: а – на участке расположения теплоизоляционных плит в стене; б – в месте расположения стального стоечного профиля стены

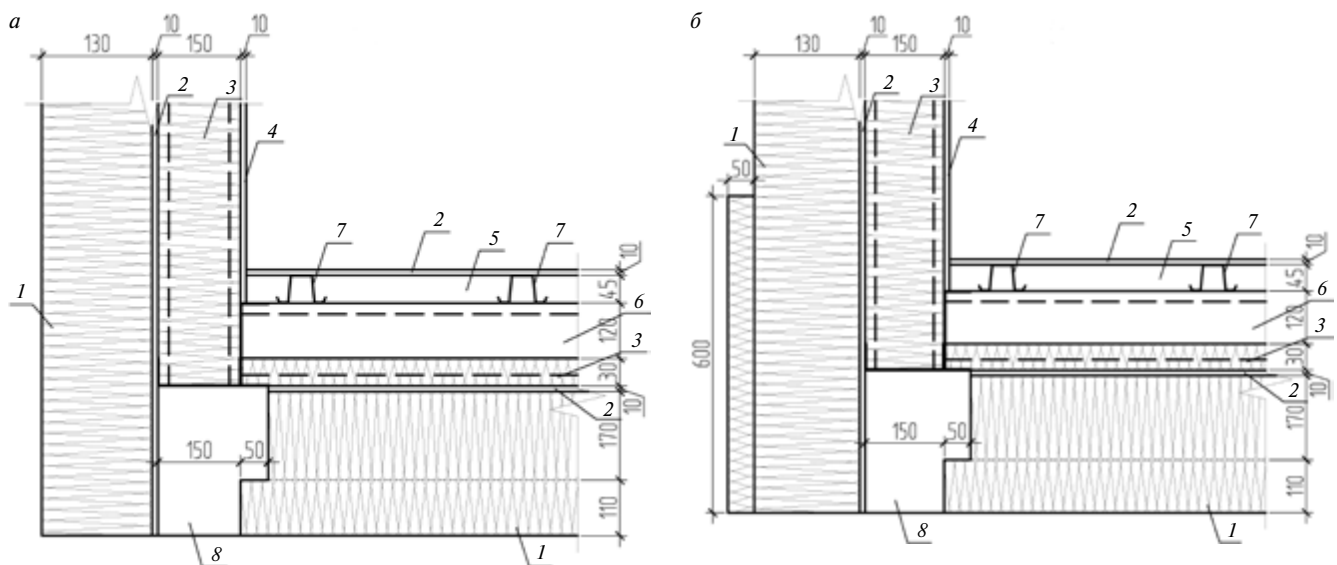


Рис. 4. Конструктивные решения соединения стенового ограждения с цокольным перекрытием зданий из ЛСТК с использованием клеевой балки: а – тип 2; б – тип 2-д; 1 – минераловатные плиты марки П125, $\lambda=0,042 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; 2 – ориентировочно-стружечная плита OSB, $\lambda=0,34 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; 3 – минераловатные плиты марки П40, $\lambda=0,041 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ между стальными профилями с шагом 600 мм, $\lambda=58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; 4 – гипсокартон (ГКЛ), $\lambda=0,21 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; 5 – замкнутая воздушная прослойка, $\lambda=1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; 6 – горизонтальный стальной профиль толщиной 1,8 мм с шагом 600 мм, $\lambda=58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; 7 – шпильный стальной профиль толщиной 1,8 мм с шагом 600 мм, $\lambda=0,14 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; 8 – клееная балка из хвойных пород древесины, $\lambda=0,14 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$

В рассматриваемых фрагментах соединений стен с цокольным перекрытием, как и предполагалось, линия с нулевой температурой в сечениях как по стальному стоечному профилю, так и по участку теплоизоляции располагается ниже участков размещения стальных профилей, т. е. все стальные профили находятся в теплой зоне (рис. 2–3). В [8] было показано, что в двухслойном стеновом ограждении домов из ЛСТК линия с нулевой температурой на участке стены между стальными профилями располагается в середине внутреннего слоя, а в месте расположения сечения профиля резко преломляется и выходит на наружный слой. Из рис. 2 видно, что в угловом соединении 1.1 ниже отм. 0.00 картина распределения температуры практически совпадает по вертикальным сечениям на участке распо-

ложения теплоизоляционных плит в стене и в месте расположения стального стоечного профиля. Из-за небольшой разницы значений коэффициента теплопроводности бруса из дерева и легких блоков из автоклавного газобетона распределение температуры в соединениях 1.1 и 1.2 отличается незначительно, поэтому рисунок не приведен в данной статье. В соединении типа 1.3 с использованием одного ряда кладки из легких блоков наличие железобетонной балки несколько ухудшает распределение температуры внутри узла, тем не менее линия с нулевой температурой огибает стальные профили с наружной стороны (рис. 3).

Наиболее низкая температура на внутренней поверхности наблюдается в угловых зонах участков расположения стоечных профилей. Минимальная температура во всех вариантах

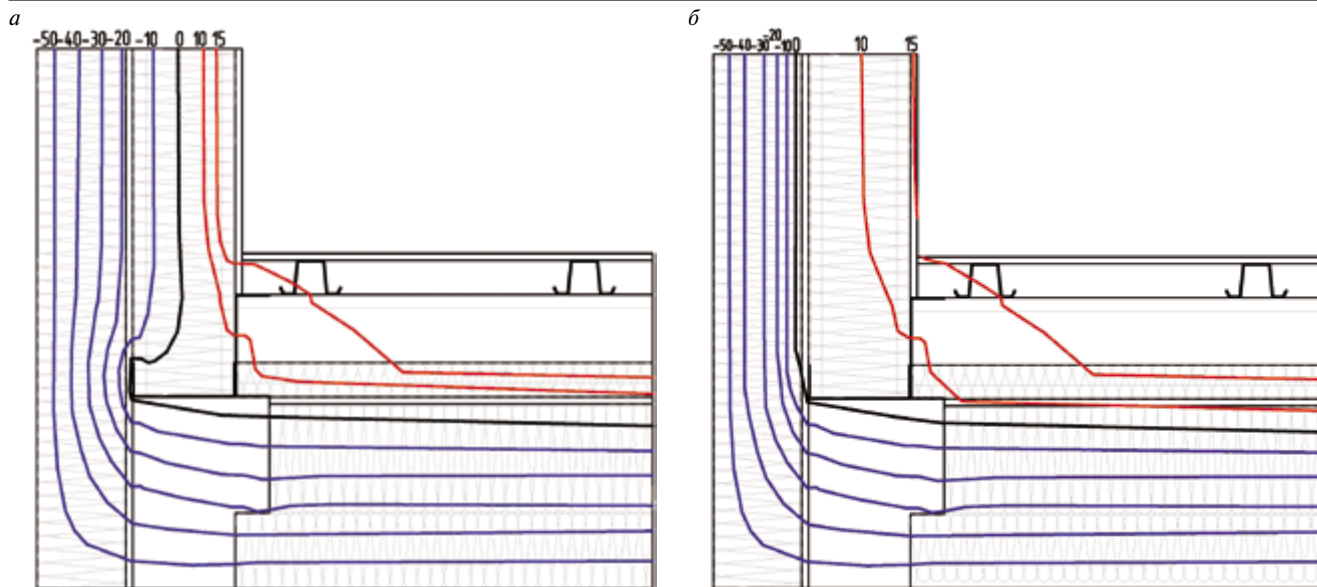


Рис. 5. Распределение температуры в угловом соединении 2.1 при температуре наружного воздуха -54°C по вертикальному сечению: а – на участке расположения теплоизоляционных плит в стене; б – в месте расположения стального стоечного профиля стены

соединений типа 1 получилась выше точки росы. Наиболее высокое значение низкой температуры установлено для соединения типа 1.1 с использованием окладных венцов из деревянного бруса и составляет $t_{\text{в. min}} = +14,7^{\circ}\text{C}$ (см. таблицу). При использовании легких блоков с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,16 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ в качестве термовкладышей температура на внутренней поверхности углового соединения снижается незначительно. Самая низкая температура на внутренней поверхности ограждения зафиксирована для соединения 1.3, что объясняется наличием теплопроводного элемента в виде выступающей железобетонной балки.

Из рассмотренных вариантов угловых соединений по теплотехническим показателям лучшим является соединение 1.1 с использованием двух окладных венцов из деревянного бруса. Здесь возникает вопрос, связанный с несущей способностью и долговечностью древесины. В принципе при использовании бруса из лиственницы и соответствующей пропитке древесины первый вариант 1.1 вполне может быть использован в цокольном перекрытии. При использовании легких блоков из автоклавного газобетона плотностью D600 приведенное сопротивление теплопередаче рассмотренного фрагмента пространственного соединения двухслойного стенового ограждения с цокольным перекрытием равно $R_0^{\text{пр}} = 3,17 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, что ниже на $0,11 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, чем для соединения 1.1.

Отдельно рассмотрена возможность повышения теплозащитных свойств соединения 1.1 за счет дополнительной теплоизоляции стенового ограждения, как показано на рис. 1, г. При дополнительной теплоизоляции толщиной 50 на высоту 600 мм минимальная температура получена в пространственном углу $t_{\text{в. min}} = +14,9^{\circ}\text{C}$. Это выше на $0,2^{\circ}\text{C}$, чем при базовом варианте соединения 1.1. Следует отметить, что предлагаемое конструктивное решение требует дополнительных затрат на теплоизоляцию и устройство продухов для обеспечения вентиляции в фасадной конструкции стенового ограждения.

2-й вариант. В сельских и арктических районах Якутии не развита база стройиндустрии и соответственно отсутствует возможность устройства цокольного железобетонного перекрытия. В настоящее время при строительстве малоэтажных домов активно используются винтовые сталь-

ные сваи. Данный вид фундаментов является наиболее экономически оправданным для отдаленных районов Якутии ввиду сокращения транспортных расходов по сравнению с железобетонными сваями. При небольших нагрузках от собственного веса здания из ЛСТК винтовые сваи вполне обеспечивают несущую способность фундаментов в условиях многолетнемерзлых грунтов. Используемые сегодня в качестве несущих балок прокатные двутавры вместе со стальными профилями каркаса зданий из ЛСТК приводят к образованию мостиков холода и соответственно к нарушению температурного режима зданий [1].

Учитывая данные обстоятельства, при строительстве малоэтажных домов из ЛСТК в отдаленных районах предлагается использовать клееные балки из дерева в качестве несущих балок по винтовым сваям. При этом с учетом повышенной инфильтрации воздуха сечение клееной балки рекомендуется принять ступенчатой формы, что позволит перекрывать стык нижнего теплоизоляционного слоя с балкой вышерасположенным теплоизоляционным слоем. На клееную балку опираются балки цокольного перекрытия из стальных тонкостенных профилей с шагом 600 мм. Между стальными профилями перекрытия располагаются минераловатные плиты плотностью $125 \text{ кг}/\text{м}^3$, толщиной 50 мм. Для создания воздухонепроницаемой оболочки между отдельными теплоизоляционными слоями предлагается, как в стеновом ограждении, расположить ориентированно-стружечные плиты (OSB). Материал пола укладывается на стальные шляпные профили, располагаемые с шагом 600 мм поверх несущих балок (рис. 4).

Распределение температуры в данном конструктивном решении 2.1 с использованием клееной балки показывает, что стальные профили располагаются в зоне с положительной температурой. В вертикальном сечении между стоечны-

Теплотехнические показатели угловых соединений типа 1

Тип соединения	$t_{\text{в. min}}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{в. ср.}}, ^{\circ}\text{C}$	$R_0^{\text{пр}}, \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	Удельные потери теплоты, $\Psi, \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$
1.1	+14,7	+18,4	3,28	0,305
1.2	+14,4	+18,3	3,17	0,315
1.3	+12,1	+17,6	2,49	0,401
1.1-д	+14,9	+18,5	3,38	0,296



Рис. 6. Каркас офисного здания из ЛСТК в г. Якутске

Список литературы

1. Корнилов Т.А., Герасимов Г.Н. О некоторых ошибках проектирования и строительства малоэтажных домов из ЛСТК в условиях Крайнего Севера // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 3. С. 42–46.
2. Самарин О.Д. К вопросу об определении температуры в наружном углу здания // *Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции НИИСФ. М.: НИИСФ РААСН, 2006. С. 104–107.*
3. Данилов Н.Д. Температурный режим цокольного перекрытия в зданиях с холодными подпольями // *Жилищное строительство*. 1999. № 10. С. 24–26.
4. Данилов Н.Д., Федотов П.А. Анализ влияния угловых стыков на теплопотери наружных стен // *Жилищное строительство*. 2015. № 8. С. 14–17.
5. Данилов Н.Д., Собакин А.А. Оптимальное утепление стыка стен каркасно-монолитных зданий с проветриваемыми подпольями // *Жилищное строительство*. 2016. № 1–2. С. 28–31.
6. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования по теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // *Жилищное строительство*. 2011. № 8. С. 2–6.
7. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 14–16.
8. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Садчиков А.В. Учет продольной фильтрации воздуха при оценке теплозащиты стены с вентилируемым фасадом // *Промышленное и гражданское строительство*. 2005. № 6. С. 42–45.
9. Корнилов Т.А., Герасимов Г.Н. Наружные стены малоэтажных домов из легких стальных тонкостенных конструкций для условий Крайнего Севера // *Жилищное строительство*. 2016. № 7. С. 20–24.

ми профилями линия с нулевой температурой проходит посередине внутреннего теплоизоляционного слоя стенового ограждения, затем в зоне углового соединения огибает направляющий стальной тонкостенный профиль. Распределение температуры ниже верхней кромки клееной балки идентично по сечению теплоизоляции (рис. 5, а) и по стоечному стальному профилю стенового ограждения (рис. 5, б).

Минимальная температура в угловом стыке в месте расположения стоечного стального профиля равна $t_{b\text{ min}} = +13,4^\circ\text{C}$, а между стойками на участках расположения теплоизоляции $t_{b\text{ min}} = +15,97^\circ\text{C}$. Средняя температура на внутренней поверхности рассматриваемого фрагмента углового соединения 1.5 составила $t_b = +18,01^\circ\text{C}$.

При дополнительной теплоизоляции минераловатными плитами толщиной 50 мм на высоту цокольного перекрытия (тип 2.2), как показано на рис. 4, б, минимальная температура во внутреннем углу соединения повышается на $0,6^\circ\text{C}$.

Таким образом, предлагаемые решения углового соединения двухслойного стенового ограждения с цокольным перекрытием малоэтажных домов из ЛСТК обеспечивают теплозащиту зданий и учитывают повышенную инфильтрацию воздуха в условиях Крайнего Севера. В настоящее время данные конструктивные решения использованы при проектировании офисного здания в г. Якутске, и после ввода в эксплуатацию будет проводиться мониторинг температурного режима ограждающих конструкций (рис. 6).

References

1. Kornilov T.A., Gerasimov G.N. Some errors of design and construction of low-rise buildings of light steel thin-walled structures in the Far North. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 3, pp. 42–46. (In Russian).
2. Samarin O.D. To a question of determination of temperature in an external corner of the building. *Construction physics in the XXI century. Materials of scientific and technical conference. Moscow: NISF RAASN, 2006, pp. 104–107.* (In Russian).
3. Danilov N.D. The temperature regime is basement floor in buildings with underground cold. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 1999. No. 10, pp. 24–26. (In Russian).
4. Danilov N.D., Fedotov P.A. Analysis of the influence of corner joints on heat loss of external walls. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2015. No. 8, pp. 14–17. (In Russian).
5. Danilov N.D., Sobakin, A.A. Optimum insulation of the wall junction of frame-monolithic buildings with ventilated cellars. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2016. No. 1–2, pp. 28–31. (In Russian).
6. Gagarin V.G., Kozlov V.V. The requirements to the thermal protection and energy efficiency in the project of the actualized SNiP «Thermal protection of the buildings». *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2011. No. 8. С. 2–6. (In Russian).
7. Gagarin V.G., Dmitriev K.A. Accounting of thermal inhomogeneities in the assessment of the thermal protection of enclosing structures In Russia and European countries. *Stroitelnye materialy* [Building materials]. 2013. No. 6, pp. 14–16. (In Russian).
8. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Sadchikov A.V. Accounting longitudinal filtration of air in the evaluation of the thermal protection wall with ventilated facade. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2005. No. 6, pp. 42–45. (In Russian).
9. Kornilov T.A., Gerasimov G.N. Exterior walls of low-rise buildings from of light steel thin-walled structures in the Far North. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2016. No. 7, pp. 20–24. (In Russian).

УДК 624.05

С.А. СЫЧЕВ, канд. техн. наук (sasychev@ya.ru)

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4)

Технология скоростного монтажа полнообъемных зданий из высокотехнологичных строительных систем

Цель процесса – найти оптимальное сочетание решений, которое позволит создать здание с максимально возможным соответствием энергоэффективному индустриальному скоростному возведению полнообъемных зданий из высокотехнологичных систем, учитывая природно-климатические условия местности, функциональное назначение, архитектурные предпочтения и требования нормативных документов. Мероприятия, направленные на выполнение вышеизложенных требований, подразумевают выполнение комплекса объемно-планировочных, конструктивных, технологических решений, а также современное инженерное оборудование. Таким образом, комплексное использование основных положений на практике позволяет создать систему возведения полнообъемных зданий с заранее подготовленным фундаментом, дорогами, благоустройством и подведенными инженерными сетями, что допускает скоростное возведение здания из высокотехнологичных систем и оперативное подключение здания к подготовленным инженерным сетям. Интегральный характер «чистого» строительства ставит перед автором задачу, решение которой индивидуально в каждом конкретном случае, обеспечивает устойчивое развитие и часто является инновационным. Формирование скоростного метода монтажа заключается в поиске рациональных решений путем последовательного анализа составляющих организационно-технологической структуры.

Ключевые слова: быстрая сборка, унифицированные модульные конструкции, предварительно изготовленные на заводе, быстровозводимые модульные здания, высокая скорость строительства, проект производства работ, логистика, контроль качества, контроль точности.

Для цитирования: Сычев С.А. Технология скоростного монтажа полнообъемных зданий из высокотехнологичных строительных систем // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 42–46.

S.A. SYCHEV, Candidate of Sciences (Engineering) (sasychev@ya.ru)

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2-ya Krasnoarmeyskaya Street, 190005, Saint-Petersburg, Russian Federation)

Technology Of High-speed Installation Of Prefabricated Buildings Of A High-tech Building Systems

The goal is to find the optimal combination of decisions which will allow to create a building with maximum energy efficient line of industrial «clean» speed of erection of prefabricated buildings from high-tech systems, considering climate and natural conditions of the area, functionality, architectural preferences and requirements of normative documents. Activities aimed at fulfilling the above requirements imply the implementation of complex space-planning, design, and technological solutions, and modern engineering equipment. Thus, the integrated use of the basic provisions in practice is a system of erecting prefabricated buildings with pre-prepared foundations, roads, landscaping and utilities networks that allow high-speed construction of buildings of high-tech systems and operational connection of the building to the prepared networks. The integrative character of the «pure» construction poses experts the task individually in each specific cases, ensures sustainable development and is often innovative. The formation of a high-speed method of installation is to find rational solutions through continuous analysis of components of organizational and technological structures.

Keywords: quick build, standardized modular design, prefabricated in the factory, prefabricated modular buildings, high speed of construction, the project of manufacture of works, logistics, quality control, precision control.

For citation: Sychev S.A. Technology Of High-speed Installation Of Prefabricated Buildings Of A High-tech Building Systems. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 42–46. (In Russian).

Известные решения и технологии в мире для строительства полнообъемных зданий крайне несовершенны для скоростного монтажа высокотехнологичных зданий. Лидерами в этой отрасли по праву считаются США, Китай, Германия и Франция [1–6].

Недостатком известных систем для строительства полнообъемных зданий является пониженная устойчивость здания при наращивании этажей; несущий каркас и конструкция самих модулей не позволяют осуществить монтаж большепролетного многоэтажного здания; несущие стены содержат слабый несущий каркас с легким бетоном; несущие стены имеют малую толщину. При этом количество не-

сущих стен удваивается в месте стыка модулей, что, в свою очередь, усложняет конструкцию и монтаж здания [7–11].

Технической задачей, разработанной автором домостроительной системы, является повышение экономичности строительства полнообъемных зданий из строительных модулей и расширение архитектурно-планировочных возможностей путем снижения трудоемкости и затрат при строительстве здания, а также повышение его сейсмической устойчивости.

Разработанная система возведения полнообъемных зданий из высокотехнологичных строительных модулей отличается от ближайших технологий тем, что строитель-

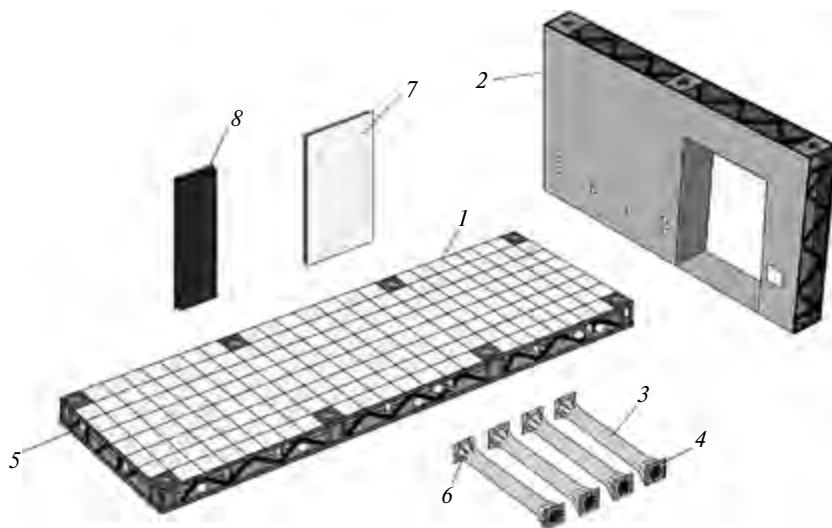


Рис. 1. Общий вид всех элементов строительного модуля для строительства зданий: 1 – пол; 2 – несущие стены; 3 – одноуровневые несущие колонны; 4 – планки; 5 – верхний бетонный пояс; 6 – ребра жесткости; 7 – стеклопакеты; 8 – ограждающие панели

ный модуль содержит одноуровневые несущие колонны и ограждающие панели; строительные модули несущих стен, пола и потолка содержат встроенные инженерные сети и финишную отделку, выполненную в заводских условиях; колонны и каркас строительных модулей пола и потолка содержат болтовые отверстия для присоединения друг к другу с помощью высокопрочных болтов и планок; строительный модуль пола содержит верхний бетонный пояс для обеспечения большей несущей способности и размещения отделки пола и металлический нижний пояс; наружные ограждения здания выполнены в виде сэндвич-панелей с элементами солнечных батарей для выработки электроэнергии и стеклопакетов; на планках несущих колонн расположены ребра жесткости, причем строительные модули пола и потолка на торцах содержат крепления для монтажа ограждающих панелей и стеклопакетов здания. Удлиненные несущие колонны для двухуровневых помещений выполнены из трубы, заполненной бетоном, так же как и одноуровневые несущие колонны; места крепления с колоннами в строительном модуле также содержат бетон; в собранном виде получается многоэтажное здание из строительных модулей, собираемое на заранее подготовленном фундаменте. На рис. 1 представлен общий вид

всех элементов строительного модуля для строительства зданий.

Строительный модуль, содержащий пол, несущие стены и строительный потолок и предназначенный для установки на него последующих строительных модулей, а также одноуровневые несущие колонны и ограждающие панели. Строительные модули несущих стен, пола и потолка содержат встроенные инженерные сети и финишную отделку, выполненную в заводских условиях. Колонны и каркас строительных модулей пола и потолка содержат болтовые отверстия для присоединения друг к другу с помощью высокопрочных болтов и планок. Строительный модуль пола содержит верхний бетонный пояс для обеспечения большей несущей способности и размещения отделки пола и металлический нижний пояс. Наружные ограждения здания выполнены в виде сэндвич-панелей с элементами солнечных

батарей, для выработки электроэнергии, и стеклопакетов, на планках несущих колонн расположены болтовые отверстия и ребра жесткости. На рис. 2 представлен общий вид типового строительного модуля в собранном виде.

Причем строительные модули пола и потолка на торцах содержат крепления для монтажа ограждающих панелей и стеклопакетов здания. Удлиненные несущие колонны для двухуровневых помещений выполнены из трубы, заполненной бетоном, так же как и одноуровневые несущие колонны. Места крепления с колоннами в строительном модуле также содержат бетон, в собранном виде получается многоэтажное здание, собираемое на заранее подготовленном фундаменте.

Строительство здания из унифицированных строительных модулей ведется с помощью модулей одного размера, состоящего из жестко сваренных металлоконструкций. С помощью несущих колонн строительные модули устанавливаются друг на друга. Соединение при помощи высокопрочных болтов через болтовые отверстия к планкам колонн. Для опирания двух смежных строительных модулей пола и потолка используется одна колонна. Наличие удлиненных несущих колонн позволяет выстраивать двухуровневые пространства путем исключения промежуточ-

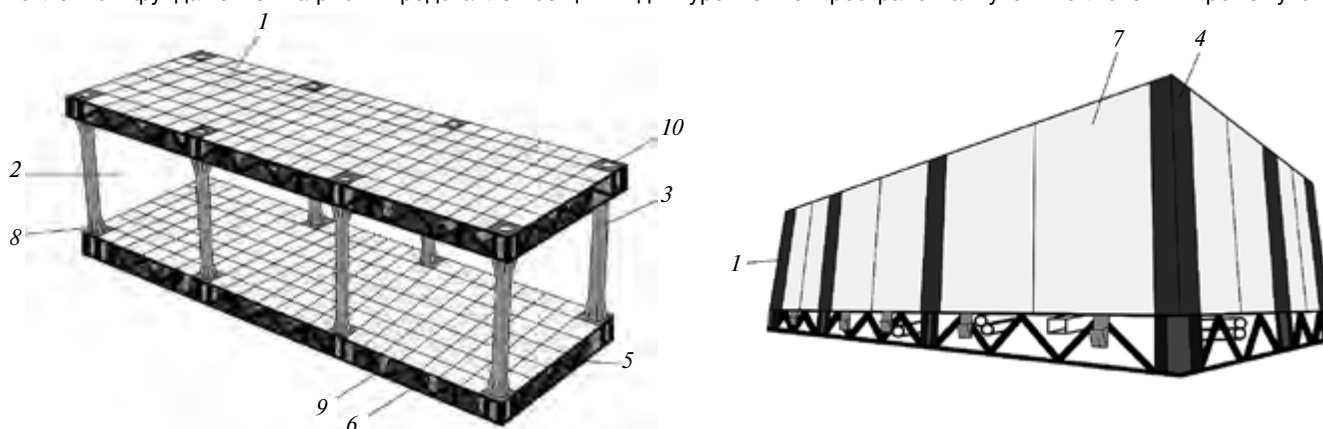


Рис. 2. Общий вид типового строительного модуля в собранном виде: 1 – строительный модуль; 2 – пол; 3 – одноуровневые несущие колонны; 4 – ограждающие панели; 5 – встроенные инженерные сети; 6 – металлический нижний пояс; 7 – стеклопакеты; 8 – ребра жесткости; 9 – крепления; 10 – бетон

ных строительных модулей пола. Несущие колонны прикреплены к полу и потолку прочными болтовыми креплениями через планки, которые жестко приварены к колоннам, содержащим болтовые отверстия. На рис. 3 представлен вариант установки первых трех этажей здания из предлагаемых строительных модулей.

Для обеспечения жесткости конструкции здания из строительных модулей в центре здания устанавливаются несущие стены, обеспечивая таким образом ядро жесткости здания. В центре здания строительные модули опираются на несущие стены, по периметру здания – на несущие колонны. Несущие стены и строительный модуль содержат финишную отделку, нанесенную на поверхность этих модулей; строительный модуль пола содержит верхний железобетонный пояс, нанесенный на верхнюю часть модуля, обеспечивающий большую жесткость модуля при изгибе, поверх которого выполнена финишная отделка пола; строительный модуль потолка содержит нижний металлический пояс, выполненный в виде структурного перекрытия из металлических профилей, обеспечивающий большую жесткость модуля при изгибе и крепление инженерных сетей, понизу которого выполнена финишная отделка потолка.

Строительные модули пола и потолка на торцах содержат крепления. При помощи болтовых соединений, к которым крепятся ограждающие панели (содержащие элементы солнечных батарей, вырабатывающих электроэнергию) и стеклопакеты здания. Для повышения несущей способности и унификации при повышении этажности здания несущие колонны выполнены из трубы, заполненной бетоном, образуя так называемый трубобетон, так же как и одноуровневые несущие колонны. Для обеспечения передачи нагрузки от несущих колонн места крепления колонн со строительными модулями также заполнены бетоном.

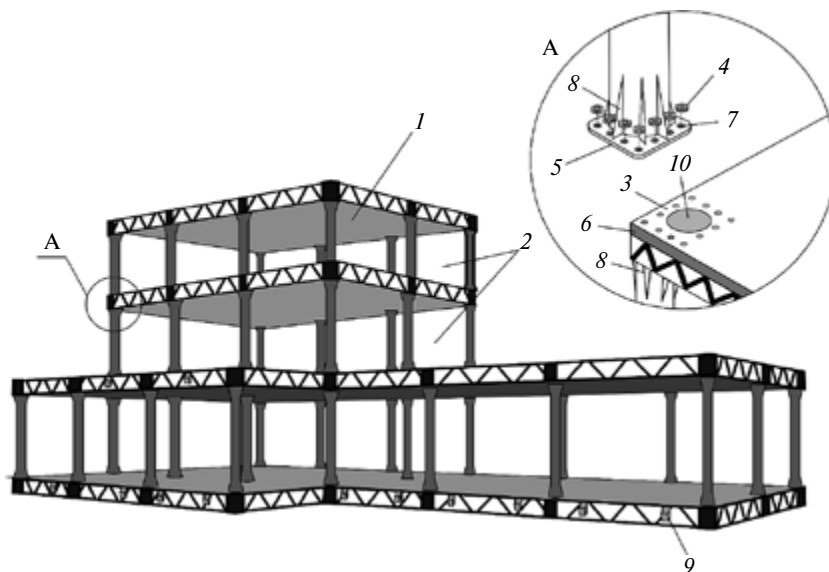


Рис. 3. Вариант установки первых трех этажей здания из предлагаемых строительных модулей: 1 – строительный потолок; 2 – последующие строительные модули; 3 – болтовые отверстия; 4 – высокопрочные болты; 5 – планки; 6 – верхний бетонный пояс; 7 – болтовые отверстия; 8 – ребра жесткости; 9 – крепления; 10 – бетон

Строительный модуль для строительства зданий используется следующим образом.

Строительные модули поставляются на площадку в разобранном виде, представляя собой модуль пола и потолка и несущую стену с инженерными сетями и с финишной отделкой, выполненной в заводских условиях. Многоэтажное здание состоит из строительных модулей, установленных через колонны; последующих модулей; модуля несущей стены, установленной как ядро жесткости здания в центре, и ограждающих панелей со стеклопакетами. Строительные модули вышележащих этажей установлены на несущие колонны нижележащих, обеспечивающих несущую способность и жесткость узлов благодаря ребрам жесткости и жестко прикрепленным к планкам в вертикальном направлении. Модули несущих стен обеспечивают жесткость здания в горизонтальном направлении. По аналогии монтируются последующие этажи здания.

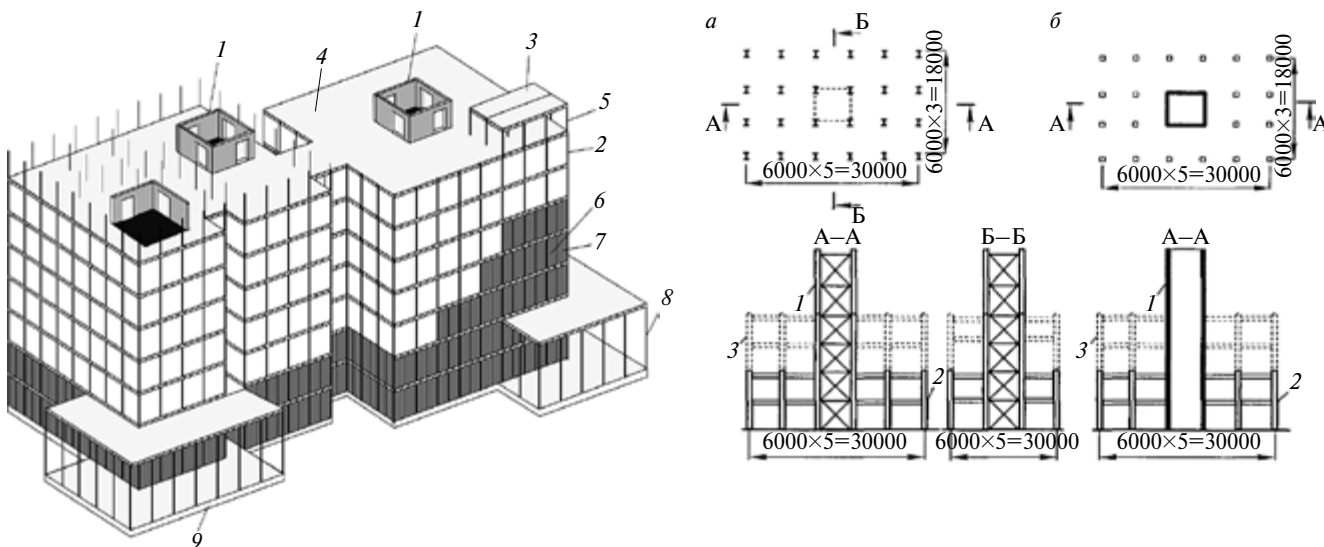


Рис. 4. Схема возведения каркаса высотных зданий из строительных модулей с ограждающими сэндвич-панелями и остеклением: а – со стальным ядром жесткости; б – с железобетонным каркасом; 1 – ядро жесткости; 2 – смонтированная часть каркаса; 3 – монтируемая часть каркаса; 4 – строительный потолок; 5 – одноуровневые несущие колонны; 6 – ограждающие панели; 7 – стеклопакеты; 8 – удлиненные несущие колонны; 9 – фундамент

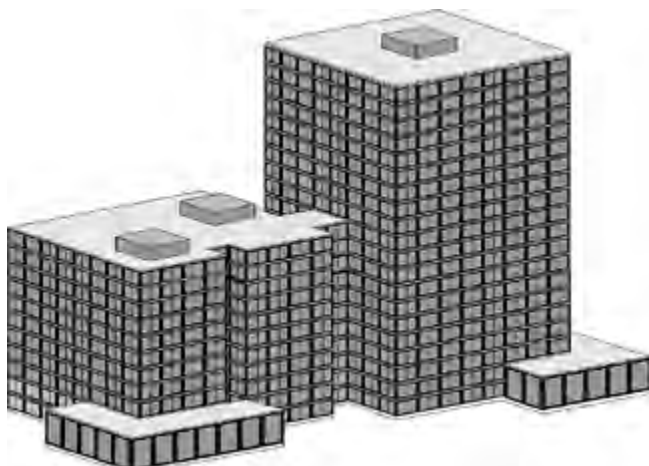


Рис. 5. Готовые полносборные здания из высокотехнологичных строительных систем

Монтаж здания производят с помощью траверсы или строп. Основным подъемным устройством является башенный или колесный кран.

Здание состоит из отдельных строительных модулей. Количество модулей, укладываемых друг на друга по вертикали через колонны, зависит от этажности здания и диаметра колонн, обеспечивающих несущую способность. Строительные модули связаны между собой по горизонтали и вертикали. После завершения соединения модулей с колоннами выполняется окончательная финишная отделка мест сопряжения модулей. На рис. 4 представлена схема возведения каркаса высотных зданий из строительных модулей с ограждающими сэндвич-панелями и остеклением.

Кроме того, поскольку колонны крепятся к строительным модулям не напрямую, а через планки при помощи высокопрочных болтов, это обеспечивает высокую точность соединения и скорость монтажа, так как в строительном модуле в месте сопряжения с колонной заложен тяжелый бетон, а планки с болтовыми отверстиями соединены с колоннами через ребра жесткости, прочность соединения между элементами здания может быть доведена до максимума.

Далее, вследствие использования в строительной системе здания строительных модулей повышенной заводской готовности отсутствует необходимость производства крупных строительных работ на строительной площадке и соответственно объем материала, используемый для строительной конструкции здания, может быть уменьшен. Кроме того, исключены наиболее трудоемкие и долгие процессы («мокрые» процессы, сварочные работы). Строительные

модули уже включают все инженерные сети, соединяемые по горизонтали, а строительные модули несущих стен в центре здания содержат инженерные сети, соединенные по вертикали; остальное пространство этажа включает только несущие колонны. Следовательно, увеличиваются горизонтальные и вертикальные пространства, пригодные к эксплуатации, и таким образом может быть увеличена площадь прохода и пространство, необходимое для размещения мебели, оборудования и людей. На рис. 5 представлен вариант полносборного здания из высокотехнологичных строительных систем.

Кроме того, поскольку панели выступающего строительного модуля могут быть расположены снаружи трейлера и даже при содержании всех инженерных сетей имеют небольшую толщину, то одновременно могут быть перевезены два комплекта модулей, что обуславливает снижение транспортных издержек.

Таким образом, предлагаемая конструкция строительного модуля по сравнению с базовой и другими конструктивными решениями аналогичного назначения обеспечивает повышение оперативности монтажа и устойчивости здания; снижение трудоемкости изготовления и монтажа строительных модулей; снижение затрат на строительство здания; расширение архитектурно-планировочных возможностей при различных вариантах установки модулей; повышение точности изготовления и монтажа конструкций. Это достигается за счет использования строительных модулей повышенной заводской сборки и финишной отделки, устраниваемой в заводских условиях; унификации строительных

модулей и крепежных элементов; использования металлических конструкций и ограждающих сэндвич-панелей вместо бетонных, а также полноразборности конструкций здания.

Выводы.

Предлагается модульная система энергоэффективного индустриального «чистого» скоростного возведения полносборных зданий из высокотехнологичных систем, что позволяет оценивать степень пригодности данной технологии к скоростному возведению зданий и сооружений.

Предлагаемая система скоростного домостроения из модульных высокотехнологичных систем перспективного направления позволяет достигать следующие цели: механизация, автоматизация и роботизация монтажа и демонтажа; сокращение сроков строительства; комплектная поставка технологического и инженерного оборудования; обеспечение запасными системами и частями; полная готовность объекта к автономной и безопасной работе; обеспечивается высокое качество строительства.

Список литературы

1. Day A. When modern buildings are built offsite. *Building engineer*. 2010. № 86 (6), pp. 18–19.
2. Allen E., Iano J. *Fundamentals of building construction: Materials and methods*. J. Wiley & Sons. 2004, 28 p.
3. Fudge J., Brown S. Prefabricated modular concrete construction. *Building engineer*. 2011. № 86 (6), pp. 20–21.
4. Staib G., Dörrhöfer A., Rosenthal M. Components and systems: Modular construction: Design, structure, new technologies. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 2008. 34 p.
5. Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. *Prefabricated systems: Principles of construction*. De Gruyter. 2012. 67 p.
6. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Теория и практика использования быстровозводимых зданий. СПб.: Гуманистика, 2004. 463 с.
7. Афанасьев А.А. Технология возведения полносборных зданий. М.: АСВ, 2000. 287 с.
8. Сычев С.А. Системный анализ технологий высокоскоростного строительства в России и за рубежом // *Перспективы науки*. 2015. № 9 (72). С. 45–53.
9. Афанасьев А.В., Афанасьев В.А. Организация строительства быстровозводимых зданий и сооружений. Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях. СПб.: Стройиздат, 1998. С. 226–230.
10. Верстов В.В., Бадьин Г.М. Особенности проектирования и строительства зданий и сооружений в Санкт-Петербурге // *Вестник гражданских инженеров*. 2010. № 1 (22). С. 96–105.
11. Сычев С.А. Моделирование технологических процессов ускоренного монтажа зданий из модульных систем // *Монтажные и специальные работы в строительстве*. 2015. № 11. С. 18–25.

References

1. Day A. When modern buildings are built offsite. *Building engineer*. 2010. No. 86 (6), pp. 18–19.
2. Allen E., Iano J. *Fundamentals of building construction: Materials and methods*. J. Wiley & Sons. 2004, 28 p.
3. Fudge J., Brown S. Prefabricated modular concrete construction. *Building engineer*. 2011. No. 86 (6), pp. 20–21.

4. Staib G., Dörrhöfer A., Rosenthal M. Components and systems: Modular construction: Design, structure, new technologies. Institut für internationale Architektur-Dokumentation, München, 2008. 34 p.
5. Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. *Prefabricated systems: Principles of construction*. De Gruyter. 2012. 67 p.
6. Asaul A.N., Kazakov Ju.N., Bykov B.L., Knjaz' I.P., Erofeev P.Ju. Теория и практика использования быстровозводимых зданий [The theory and practice of use of the fast-built buildings]. Saint-Petersburg: Gumanistika, 2004. 463 p.
7. Афанас'ев А.А. Технология возведения полносборных зданий [Technology of construction of prefabrication buildings]. Moscow: ASV, 2000. 287 p.
8. Sychev S.A. System analysis technology of high-speed construction in Russia and abroad. *Perspektivy nauki*. 2015. No. 9, pp. 45–53. (In Russian).
9. Афанас'ев А.В., Афанас'ев В.А. Организация строительства быстровозводимых зданий и сооружений. Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях [The organization of construction of the fast-built buildings and constructions. The fast-built and mobile buildings and constructions: prospects of use in modern conditions]. Saint-Petersburg: Strojizdat, 1998, pp. 226–230.
10. Verstov V.V., Badyin G.M. Features of design and construction of buildings and constructions in St. Petersburg. *Vestnik gragdanskih ingenerov*. 2010. No. 1, pp. 96–105. (In Russian).
11. Sychev S.A. Modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov uskorennoogo montazha zdaniy iz modul'nykh sistem. *Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve*. 2015. No. 11, pp. 18–25. (In Russian).

15-18 МАРТА

УРАЛ СТРОЙ ЭКСПО

X специализированная выставка

УралСтройЭкспо

Энерго- и РесурсСбережение
ЖКХ – новые стандарты

12+

В РАМКАХ VIII ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬНОГО ФОРУМА

1 ПЕРВОЕ ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

Челябинск, ДС «Юность»
Тел.: (351) 755-55-10, www.uralbuild.com

УДК 624.154.536

Н.С. СОКОЛОВ, канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru),
С.Н. СОКОЛОВ, инженер, зам. директора по науке,
А.Н. СОКОЛОВ, инженер, зам. директора по производству
ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Чебоксары, ул. Калинина, 109а)

Использование буроинъекционных свай при усилении оснований зданий

Буроинъекционные сваи, изготавливаемые по электроразрядным технологиям (сваи ЭРТ), показали высокую эффективность при усилении оснований реконструируемых и аварийных зданий. Сваи ЭРТ по сравнению с другими буроинъекционными и буронабивными сваями имеют повышенные значения несущей способности как по грунту, так и по материалу. В статье приведены случаи усиления основания фундаментов, когда осадки фундаментов железобетонных колонн достигали 150 мм и возникла предаварийная ситуация, при которой дальнейшая эксплуатация здания становилась затруднительной. Показано, что благодаря использованию буроинъекционных свай ЭРТ удалось предотвратить аварийные ситуации на этих объектах.

Ключевые слова: несущая способность, электроразрядная технология (ЭРТ), буроинъекционная свая, железобетонный каркас, мостовой кран, крен каркаса здания, тиксотропия, свайное поле.

Для цитирования: Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Использование буроинъекционных свай при усилении оснований зданий // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 47–51.

N.S. SOKOLOV, Candidate of Sciences (Engineering) (forstnpf@mail.ru), S.N. SOKOLOV, Engineer, Deputy Director for research,
A.N. SOKOLOV, Engineer, Deputy Director for production
OOO NPF «FORST» (109a, Kalinina Street, 428000, Cheboksary, Russian Federation)

Application of Bored-Injection Piles When Strengthening Building Foundations

Bored-injection piles manufactured according to the electric discharge technologies (EDT-piles) show high efficiency when strengthening foundations of reconstructed and dangerous buildings. EDT-piles comparing with other bored-injection and bored piles have higher values of bearing capacity both by soil and material. The article presents the examples of foundation bases strengthening when settlements of reinforced concrete pile foundations were 150 mm and pre-emergency situations took place and the further operation of a building was difficult. It is shown that due to the application bored-injection EDT-piles, the prevention of emergency situations was possible at these objects.

Keywords: bearing capacity, electric-discharge technology (EDT), bored-injection piles, reinforced concrete frame, bridge crane, tilt of building frame, thixotropy, pile field.

For citation: Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Application of bored-injection piles when strengthening building foundations. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 47–51. (In Russian).

Обеспечение условий безаварийной эксплуатации зданий и сооружений является основополагающим фактором для всех этапов строительства и эксплуатации. Особенно это актуально для реконструируемых зданий, а также для зданий, предполагаемых к увеличению нагрузок сверх проектных величин.

Ниже рассмотрим случай № 1 усиления основания фундаментов одноэтажного производственного корпуса по выпуску легковых автомобилей. Реконструируемое здание представляет собой одноэтажное каркасное сооружение с монолитными железобетонными столбчатыми фундаментами, сборными железобетонными колоннами и сборными стропильными фермами пролетом 24 и 18 м. Производственный корпус имеет размеры в плане (рис. 1) в осях Г–Ж и 3–23 – 66×120 м с двумя пролетами по 24 м и одним пролетом 18 м. Шаг колонн вдоль буквенных осей – 12 м: в каждом пролете функционируют по два мостовых крана. В пролетах Г–Д и Д–Е по два крана грузоподъемностью по 500 кН, а в пролете Е–Ж – два крана по 200 кН.

В 2000 г. начались проблемы с эксплуатацией корпуса. При наиболее невыгодных сочетаниях крановых нагрузок обнаружены перекосы подкрановых путей. Перепады имеют циклический характер, т. е. величины деформаций знакопеременны. Высокоточные геодезические наблюдения за осадками фундаментов железобетонных колонн подтвердили высокие значения неравномерных деформаций, достигающих 150 мм. На участках с наиболее высокими значениями неравномерных осадков эксплуатация мостовых кранов стала затруднительной. Таким образом, возникла предаварийная ситуация, при которой дальнейшая эксплуатация корпуса стала опасной.

Технической комиссией поручено срочно разработать мероприятия по предотвращению предаварийной ситуации на объекте. Специалисты ООО НПФ «ФОРСТ» направлены для выявления причины деформаций и разработки мероприятия по восстановлению эксплуатационной надежности проблемного производственного корпуса.

Было принято решение укрепления основания фундаментов буроинъекционными сваями, изготавливаемыми по

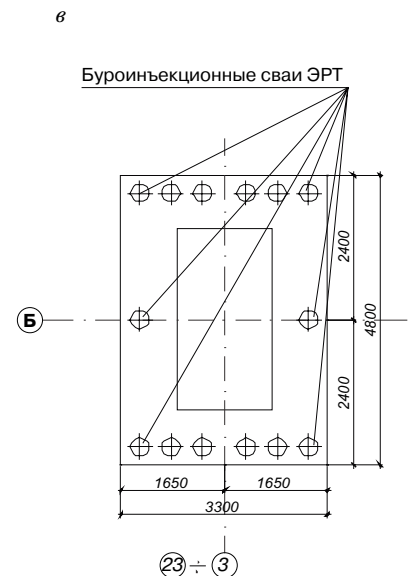
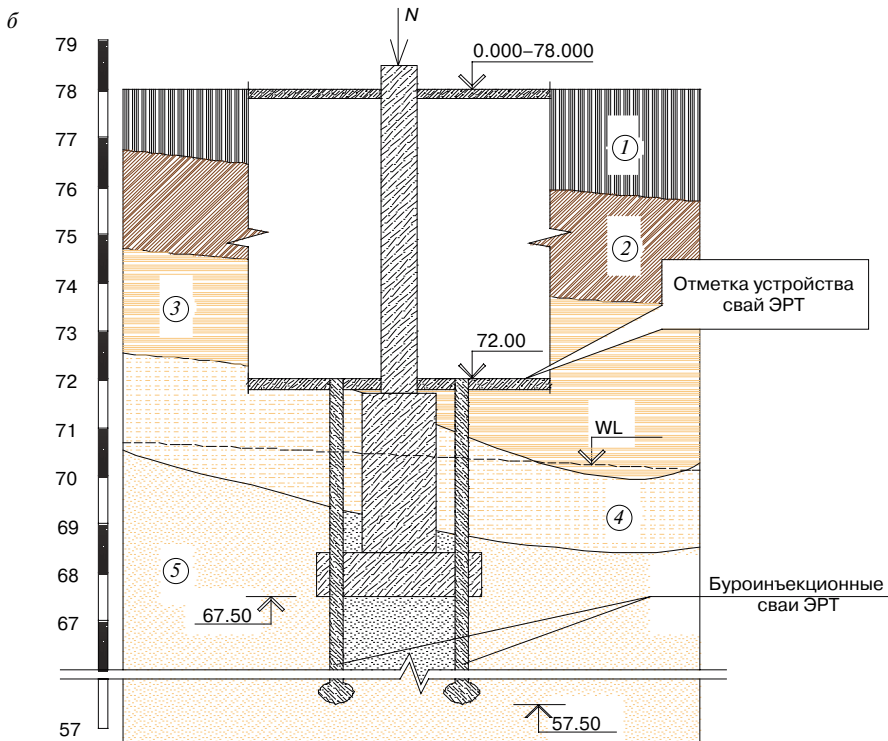
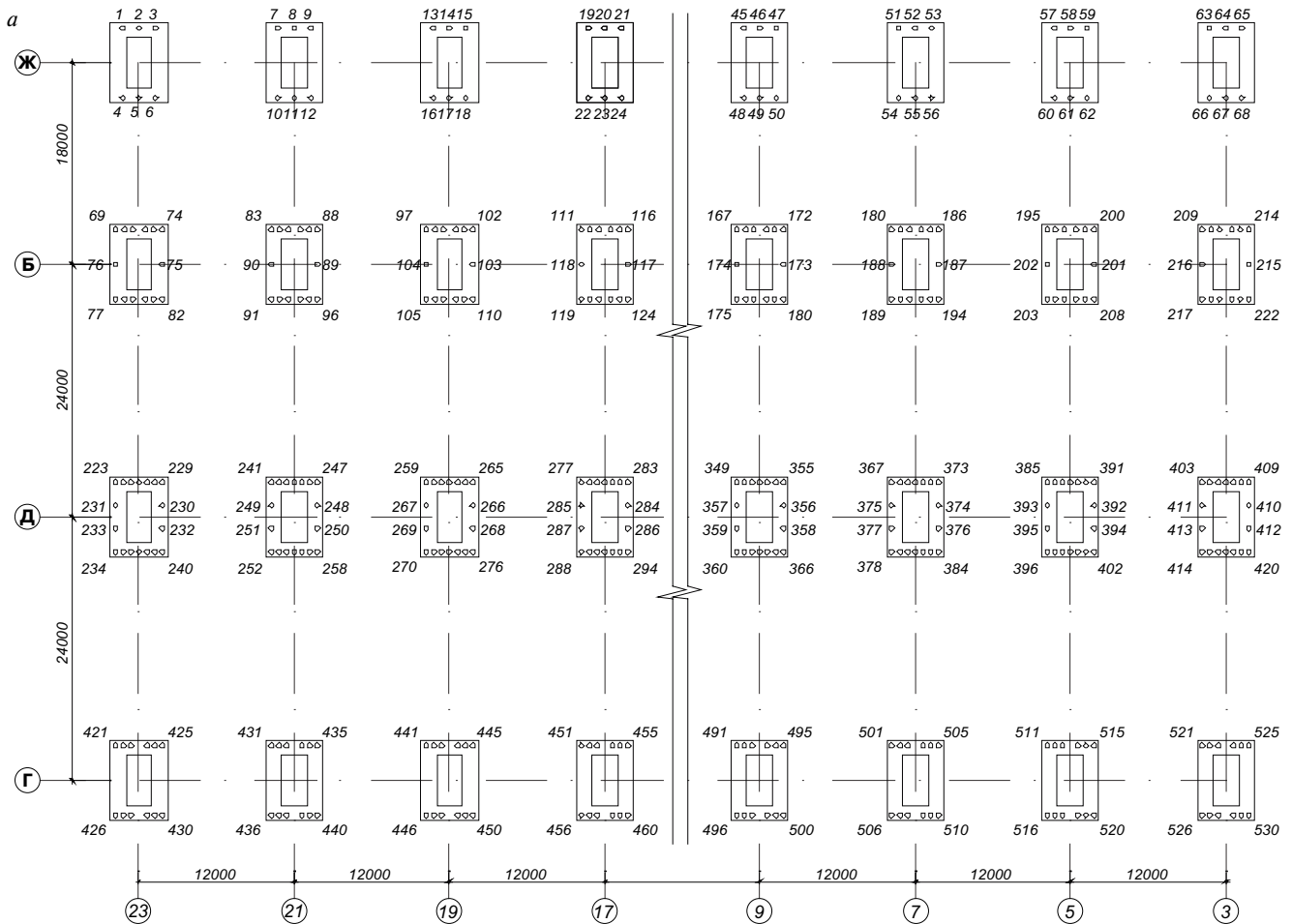


Рис. 1. План расположения бурињекционных свай ЭРТ (а); сечение фундамента в осях Д/12 с привязкой в инженерно-геологический разрез (б); план бурињекционных свай ЭРТ усиления основания в осях Б/5 (в): ① — насыщенный грунт; ② — суглинок полутвердый; ③ — суглинок; ④ — глина твердая; ⑤ — пески мелкие водонасыщенные

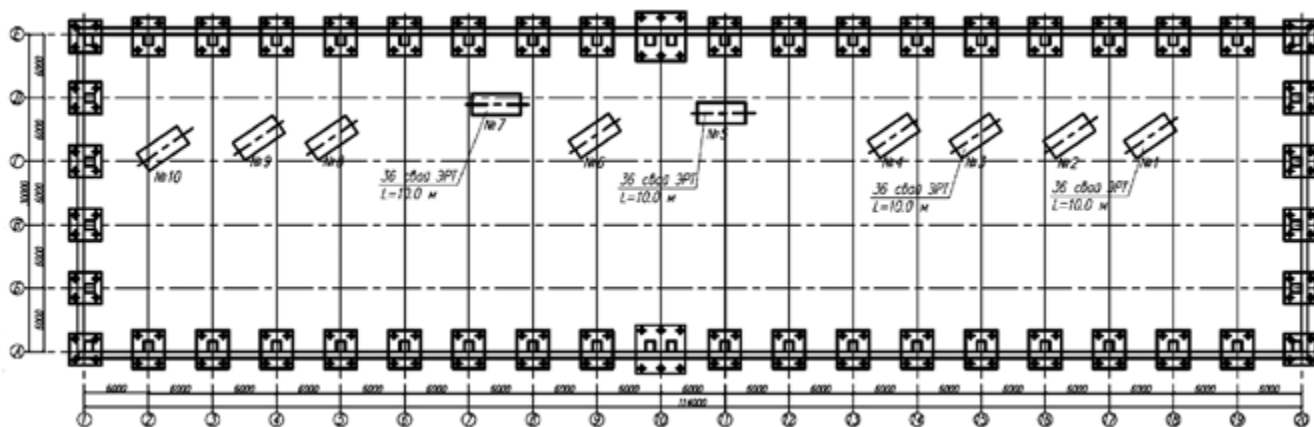


Рис. 2. План свайного поля из буронабивных свай ЭРТ

разрядно-импульсной технологии (сваи ЭРТ) [1–6], с одновременным ведением геотехнического мониторинга.

Инженерно-геологический разрез представлен с поверхности насыпными грунтами мощностью до 2 м, ниже залегают супеси пластичной консистенции до 5,5 м толщиной. Далее залегает глина твердой консистенции мощностью до 2 м. Подстилающим слоем служат мелкие пески средней плотности водонасыщенные.

Анализ инженерно-геологических условий позволил предположить, что основная причина деформаций фундаментов – тиксотропия (способность грунта разжижаться от механического воздействия и увеличивать вязкость в состоянии покоя) грунтов несущего слоя. Пески подвержены этому процессу. Механические воздействия выражены в виде динамических нагрузок от мостовых кранов, как правило, они действуют неравномерно. Так, например, при воздействии кранов на основание по конкретной оси в этом месте возникает участок разжижения, а на других осях, где отсутствует воздействие крановых нагрузок, основание эксплуатируется в условиях отсутствия аварийной ситуации.

Тем самым фундаменты под колонны «тонут» по очереди, увеличивая крены каркаса, что усугубляет эксплуатацию кранов. После прекращения динамических воздействий деформации фундаментов прекращаются.

Согласно поручению комиссии ООО НПФ «ФОРСТ» разработано решение усиления основания фундаментов с помощью буронабивных свай ЭРТ. Сваи $\varnothing 200$ и длиной 12 м пронизывают нижнюю ступень столбчатых фундаментов. Несущим слоем пяты свай являются пески мелкие водонасыщенные. Количество свай ЭРТ под разные фундаменты отличается. Так, по оси «Ж» – 6 шт.; по оси «Е» – 14 шт.; по оси «Д» – 18 шт.; по оси «Г» – 10 шт. (рис. 1, а). На рис. 1, б приведен инженерно-геологический разрез с вертикальной привязкой фундаментов, а на рис. 1, в – фрагмент плана свай ЭРТ усиления основания фундаментов.

Осуществление мероприятий по усилению оснований фундаментов с помощью буронабивных свай ЭРТ позволило создать условия для безаварийной работы мостовых кранов и всего железобетонного каркаса пресового корпуса в целом.

Геотехнический мониторинг деформации оснований фундаментов подтвердил их отсутствие после завершения работ по устройству свай ЭРТ.

Второй случай успешного применения буронабивных свай ЭРТ имел место при ликвидации аварийной си-

туации здания кузнечно-штамповочного цеха (КШЦ) агрегатного завода в г. Чебоксары. Благодаря воздействию динамических нагрузок от 10 кузнечных молотов здание пришло в аварийное состояние. На всех кирпичных стенах ограждения появились деформационные трещины, имеющие тенденцию к увеличению. Появившаяся неравномерность деформаций каркаса привела к сбоям эксплуатации мостовых кранов. Кроме того, размеры площадок опираний плит покрытий, а также строительных ферм и подкрановых путей в ряде случаев уменьшились до величин, близких к аварийной ситуации. Для предотвращения аварийной ситуации чрезвычайная комиссия под руководством управления капитального строительства завода поручила ООО НПФ «ФОРСТ» разработать противоаварийные мероприятия, включающие: обследование технического состояния аварийного здания; разработку мероприятий по минимизации отрицательного влияния вибраций от воздействия кузнечных молотов на здание цеха и прилегающие сооружения; производство работ по восстановлению эксплуатационной надежности здания КШЦ.

Наиболее рациональной и приемлемой конструкцией усиления основания фундаментов была принята и использована буронабивная свая, изготавливаемая по разрядно-импульсной технологии (свая ЭРТ). Свая ЭРТ [6–12], обладая рядом преимуществ по сравнению с буронабивными сваями, в том числе повышенными значениями несущей способности, примерно в 1,5–1,8 раза, как по грунту, так и по телу, что предполагает компактное размещение их в теле усиливаемого фундамента.

Проектом противоаварийных мероприятий предусмотрено усиление оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов № 1, 3 с массой ударных частей $Q=30$ кН и № 5, 7 с массой ударных частей $Q=50$ кН. На рис. 2 приве-

Физико-механические свойства грунтов

№ слоев	Удельный вес, γ , кН/м ³	Показатель текучести, I_L , д. е	Угол внутреннего трения, φ , град	Удельное сцепление, C , кПа	Модуль общей деформации, E_0 , кПа
①	$R_n = 100$ кПа				
②	18,5	0,45	27°	40	6500
③	19,01	0,58	20°	15	5400
④	21	0,15	32	45	12500

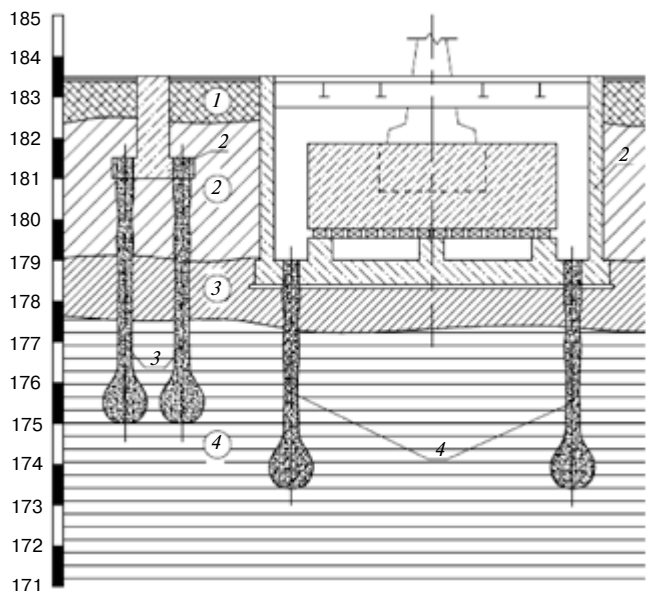


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез: 1 – фундамент каркаса здания; 2 – фундамент кузнечного молота; 3 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания фундаментов каркаса; 4 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления оснований фундаментов кузнечных молотов; ① – насыпной слой; ② – суглинок тугопластичный; ③ – суглинок мягкопластичный; ④ – глина алевролитистая тугопластичная

ден план усиления оснований фундаментов каркаса здания цеха и кузнечных молотов № 1, 3, 5, 7.

Здание кузнечно-штамповочного цеха Чебоксарского агрегатного завода представляет собой каркасное сооружение с размерами в плане в осях (А–Е)/(1–20) – 30×114 м. Фундаменты здания монолитные железобетонные с глубиной заложения 2,5 м. Колонны сборные железобетонные двухветвевые. Конструкции покрытия – железобетонные ребристые плиты покрытия по стальным строительным фермам. В цеху функционируют десять кузнечных молотов (рис. 2).

Инженерно-геологические условия строительной площадки представлены от поверхности насыпными грунтами мощностью до 2 м, ниже залегает суглинок тугопластичный мощностью 3–3,5 м. Ниже подстилается суглинок мягкопластичный, под которым залегает глина алевролитовая тугопластичная.

В таблице приведены физико-механические свойства грунтов, а на рис. 3 – инженерно-геологический разрез с вертикальной привязкой фундаментов железобетонного каркаса здания и кузнечного молота № 3.

Производство работ по усилению основания фундаментов каркаса и молотов производило ООО Научно-производственная фирма «ФОРСТ». Во время производства работ по реконструкции и после в течение года производился геотехнический мониторинг.

Кроме того, были организованы исследования динамического воздействия кузнечных молотов на основание [10].

Измерения проводились в феврале 2002 г. в молотовом отделении КШЦ Чебоксарского агрегатного завода. Регистрировались колебания при работе молотов № 1, 3, 5, 7 и № 6 в осях 12–13. Кроме того, в ряде случаев работали молоты № 2, 4, 10, что не оказывало в точках измерения значительных изменений. Выбор источников воздействия и точек измерения определялся их близостью к месту установки нового молота в осях 16–17.

Исследования [10] подтвердили, что свайное поле из свай ЭРТ удовлетворяет требованиям п. 1.21 СНиП 2.02.05–87 «Машины с динамическими нагрузками». Статическое давление под подошвой условного фундамента колонн составляет 240 кПа, что меньше расчетного сопротивления грунта основания 330 кПа. Это указывает на допустимость имеющихся вибраций с точки зрения образования дополнительных осадок фундаментов колонн.

Таким образом, усиление оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов с помощью буроинъекционных свай позволило ликвидировать аварийную ситуацию здания кузнечно-штамповочного цеха.

Выводы. В статье приведены два удачных примера использования буроинъекционных свай ЭРТ для предотвращения критических (предаварийных) состояний каркаса зданий. Использование этих свай в качестве свай усиления оснований позволило продлить срок службы зданий, приведя их в безаварийные эксплуатируемые состояния.

Список литературы

1. Патент РФ № 2318961. Разрядное устройство для изготовления набивной сваи / Н.С. Соколов, В.Ю. Таврин, В.А. Абрамушкин // Заявл. 29.12.2005. Оpubл. 10.03.2008. Бюл. № 7.
2. Патент РФ № 2318960. Способ возведения набивной сваи / Н.С. Соколов, В.М. Рябинов, В.Ю. Таврин, В.А. Абрамушкин // Заявл. 26.12.2005. Оpubл. 10.03.2008. Бюл. № 7.
3. Патент РФ № 2250958. Устройство для изготовления набивной сваи / Н.С. Соколов, В.Ю. Таврин, В.А. Абрамушкин. Заявл. 14.07.2003. Оpubл. 27.04.2005. Бюл. № 12.
4. Патент РФ № 2250957. Способ изготовления набивной сваи / Н.С. Соколов, В.Ю. Таврин, В.А. Абрамушкин. Заявл. 14.07.2003. Оpubл. 27.04.2005. Бюл. № 12.
5. Патент РФ № 2282936. Генератор импульсных токов / Н.С. Соколов, Ю.П. Пичугин. Заявл. 4.02.2005. Оpubл. 27.08.2006. Бюл. № 24.
6. Патент РФ на полезную модель № 161650. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте. Н.С. Соколов, Х.А. Джантимиров, М.В. Кузьмин, С.Н. Соколов, А.Н. Соколов // Заявл. 16.03.2015. Оpubл. 27.04.2016. Бюл. № 2.
7. Соколов Н.С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. 2014. Чебоксары. С. 407–411.
8. Соколов Н.С., Викторова С.С., Федорова Т.Г. Сваи повышенной несущей способности // *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. Чебоксары. 2014. С. 411–415.
9. Соколов Н.С., Петров М.В., Иванов В.А. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии // *Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014)*. Чебоксары. 2014. С. 415–420.
10. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай ЭРТ // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2015. № 2. С. 10–13.

11. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства бурионъекционных свай с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2016. № 10. С. 54–57.
12. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства бурионъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2016. № 9. С. 30–32.

References

1. Patent RF 2318961. *Razryadnoe ustroystvo dlya izgotovleniya nabivnoi svai* [Discharge device for the manufacture of bored pile]. N.S. Sokolov, V.Yu. Tavrín, V.A. Abramushkin. Declared 29.12.2005. Published 10.03. 2008. Bulletin No. 7. (In Russian).
2. Patent RF 2318960. *Sposob vozvedeniya nabivnoi svai* [The method of construction bored pile]. N.S. Sokolov, V.M. Ryabinov, V.Y. Tavrín, V.A. Abramushkin. Declared 14.07.2003. Published 10.033.2008. Bulletin No. 7. (In Russian).
3. Patent RF 2250958. *Ustroystvo dlya izgotovleniya nabivnoi svai* [The device for production of a stuffed pile]. N.S. Sokolov, V.Yu. Tavrín, V.A. Abramushkin. Declared 14.07.2003. Published 27.04. 2005. Bulletin No. 12. (In Russian).
4. Patent RF 2250957. *Sposob vozvedeniya nabivnoi svai* [The method of 1production of a stuffed pile]. N.S. Sokolov, V.Yu. Tavrín, V.A. Abramushkin. Declared 14.07.2003. Published 27.04. 2005. Bulletin No. 12. (In Russian).
5. Patent RF 2282936. *Generator impul'snykh tokov* [Generator of pulse currents]. N.S. Sokolov, Yu.P. Pichugin. Declared 4.02.2005. Published 27.08. 2006. Bulletin No. 24. (In Russian).
6. Russian Federation patent for plezny model No. 161650. *Ustroystvo dlya kamufletnogo ushireniya nabivnoi konstruktsii v grunte* [The device for camouflage broadening of a stuffed design in soil]. N.S. Sokolov, H.A. Dzhantimirov, M.V. Kuzmin, S.N. Sokolov, A.N. Sokolov. Declared 16.03.2015. Published 27.04.2016. Bulletin No. 2. (In Russian).
7. Sokolov N.S. Metod of calculation of the bearing capability the buroinjektsionnykh svay-RIT taking into account «thrust bearings». *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstruction» conference (NASKR-2014)*. 2014. Cheboksary, pp. 407–411. (In Russian).
8. Sokolov N.S., Viktorova S.S., Fedorova T.G. Piles of the raised bearing capability. *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstruction» conference (NASKR-2014)*. Cheboksary. 2014, pp. 411–415. (In Russian).
9. Sokolov N.S., Petrov M.V., Ivanov V.A. Calculation problems the buroinjektsionnykh of the piles made with use of digit and pulse technology. *Materials of the 8th All-Russian (the 2nd International) the «New in Architecture, Designing of Construction Designs and Reconstruction» conference (NASKR-2014)*. Cheboksary. 2014, pp. 415–420. (In Russian).
10. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About one method of calculation of the bearing capability the buroinjektsi-onnykh svay-ERT. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
11. Sokolov N.S. Technological Methods of Installation of Bored-Injection Piles with Multiple Enlargements. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 54–57. (In Russian).
12. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. Technique of Construction of Bored-Injection Piles of Increased Bearing Capacity *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 9, pp. 30–32. (In Russian).

25-27 апреля 2017
Россия, Москва, ВДНХ
павильон 75



**RUSSIAN
ELEVATOR WEEK** 6+
Международная выставка лифтов
и подъемного оборудования

**Крупнейшее событие лифтовой
отрасли России и стран СНГ!**

Выставка - Встречи - Контакты - Бизнес

Организаторы




Экспозиция

- 1 Лифты всех типов
- 2 Эскалаторы, траволаторы
- 3 Подъемники для инвалидов
- 4 Парковочные подвратки и автоматизированные парковочные системы
- 5 Узлы и компоненты лифтов и подъемных механизмов
- 6 Диспетчерские системы
- 7 Системы управления и контроля лифтами и оборудованием
- 8 Материалы, детали, инструменты для обеспечения эксплуатации лифтов
- 9 Производство, монтаж и сервис подъемных механизмов
- 10 Стандартизация, сертификация, подготовка специалистов
- 11 Запасные части, контакты модернизации

www.lift-expo.ru При поддержке



УДК 624.15

Л.И. АМИНОВА, канд. техн. наук (info@dalniis.ru),
О.В. ДОБУДЬКО, канд. техн. наук, Н.Е. РОСТОВСКАЯ, инженер
Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» Дальневосточный научно-исследовательский,
проектно-конструкторский и технологический институт по строительству
(филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» ДальНИИС, Владивосток) (690033, Владивосток, ул. Бородинская, 14)

Инженерно-геологические условия районов строительства материковой части юга Дальнего Востока

Классификация Пособия к СП 22.13330.2011 «СНиП 2.02.01–83 «Основания зданий и сооружений» основана на литологических типах грунтов, характерных для Европейской части России, и существенно отличается от литологических разностей грунтов Дальневосточного региона. В статье приведены девять основных типов инженерно-геологических условий юга Дальнего Востока, отличительными особенностями которых являются следующие черты: развитие верховодки, заболоченность территории, наличие сложного напластования грунтов с различными показателями сжимаемости и развитием старичных отложений, наличием в вертикальном разрезе торфов, илов.*

Ключевые слова: рельеф местности, геолого-литологическое строение, гидрогеологические условия, физико-геологические процессы, геоморфология, инженерная подготовка территории, типы фундаментов.

Для цитирования: Аминова Л.И., Добудько О.В., Ростовская Н.Е. Инженерно-геологические условия районов строительства материковой части юга Дальнего Востока // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 52–54.

L.A. AMINOVA, Candidate of Sciences (Engineering) (info@dalniis.ru), O.V.DOBUDKO, Candidate of Sciences (Engineering), N.E. ROSTOVSKAYA, Engineer
Branch of FGBU "TSNIIP Minstroya Rossii", Far-Eastern Research, Design and Technology Institute for Construction (DalNIIS)
(14, Borodinskaya Street, 690033, Vladivostok, Russian Federation)

Engineering-Geological Conditions of Construction Areas of the Mainland of Far-Eastern South

Classification of Manual Guide to SP 22.13330.2011 "SNiP 2.02.01-83* Footings of buildings and structures" is based on the lithological types of soils characteristic for the European part of Russia and significantly differs from lithological differences of soils of the Far Eastern Region. The article presents the nine main types of engineering-geological conditions of the Far Eastern South, distinctive features of which are following: development of temporarily perched ground water, marshiness of the territory, availability of complex formation of soils with different indexes of compressibility and development of oxbow deposits, presence of turfs and silts in the vertical cut.

Keywords: relief, geological-lithological structure, hydrogeological conditions, physical-geological processes, geomorphology, land use engineering, foundation types.

For citation: Aminova L.A., Dobudko O.V., Rostovskaya N.E. Engineering-geological conditions of construction areas of the mainland of far-Eastern South. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 47–51. (In Russian).

Для решения проблемы борьбы с подтоплением строительных площадок во время строительства и в послепопстроечный период очень важно правильно классифицировать территорию по потенциальной подтопляемости.

Известная классификация СП 22.13330.2011 основана на литологических типах грунтов, характерных для Европейской части России (лёссовидные суглинки, флювиогляциальные глины и суглинки, моренные, набухающие просадочные и засоленные дисперсные грунты), и существенно отличается от литологических разностей грунтов юга Дальнего Востока [1–3].

Инженерно-геологические условия строительных площадок определяются сочетанием таких факторов, как рельеф местности, геолого-литологическое строение, гидрогеологические условия и проявления современных физико-геологических процессов и явлений. Сочетания этих взаимосвязанных факторов наиболее тесно коррелируют с геоморфологической принадлежностью территории и образуют ряд типов, которые характеризуются определенными инженерно-геологическими закономерностями.

Таким образом, можно выделить несколько характерных инженерно-геологических типов, приуроченных к основным элементам рельефа, таким как горные склоны, долины горных и предгорных рек, долины равнинных рек и озерных равнин, приозерные низменности, приустьевые долины рек, прибрежные морские низменности.

Выделены девять основных типов инженерно-геологических условий, встречающихся в районах массового и перспективного строительства (Руководство по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений в условиях Приморского края. Владивосток: ДВПромСтройНИИпроект, 1977. 96 с.).

Рассматриваемые типы инженерно-геологических условий составлены на основе данных инженерных изысканий трестов дальневосточных регионов и опыта строительства, отражают специфику грунтовых условий и приведены в таблице. Ниже приводятся негативные проявления и специфические особенности этих типов условий.

1-й тип условий: горные склоны, плато и водоразделы возвышенностей. *Негативные проявления:* кровля скальных

и полускальных грунтов может иметь резкие изломы в зонах тектонических нарушений и выходов изверженных пород среди осадочных и элювиальных; грунты элювиального происхождения отличаются неоднородностью прочностных и деформационных характеристик, плотности сложения; склонностью к интенсивному выветриванию в открытых котлованах; возможно проникновение под подошву фундамента влаги струйной и жильной верховодки, родничков, а также влаги тающей на южных склонах снега с последующим ее замерзанием под подошвой фундамента, что может вызвать недопустимые деформации строящегося сооружения. Деформации надземных частей зданий проявляются обычно весной при протаивании линз льда и распученных связных грунтов под подошвой фундамента.

2-й тип: площадки на низких террасах горных и предгорных рек. Негативные проявления: высокий уровень грунтовых вод, верховодка; локальное распространение «карманов», заполненных песками, пластичными супесями и суглинками. Слабые грунты появляются на переходах к 3-му, 5-му и 6-му типам.

3-й тип: площадки в долинах и на низких террасах равнинных рек. Негативные проявления: возможное подтопление территории паводковыми водами рек; наличие в пределах сжимаемой толщи и на отметке заложения фун-

даментов мелких пылеватых песков, пльвунов и слабых глинистых грунтов; высокое стояние грунтовых вод; наличие в сжимаемой толще старичных грунтов, способных к быстрому размоканию. Положительным фактором 3-го типа грунтовых условий является близкое залегание мощной толщи галечниковых грунтов, обладающих высокой несущей способностью, и мощного покрова глинистых грунтов без специфических особенностей.

4-й тип: площадки на высоких озерных террасах. Специфические особенности, обусловленные структурными свойствами – *микрослоистостью* (чередование микрослоев тонкопесчаных, пылеватых и глинистых): увеличение показателя текучести грунта при перемятии; быстрое размокание котлованов, разрушение естественной структуры; приток воды в котлован, вырытый при отсутствии грунтовых вод; набухание грунта при снятии природного давления (в пределах 5–25%); обводнение грунтов застраиваемых территорий; чрезмерные деформации от пучения грунтов в весенний период, составляющие 15–25% от толщины замороженного слоя основания; затопление подвалов зданий, расположенных вблизи водоемов. Озерные глины и суглинки с выраженной микрослоистой текстурой являются аналогами «ленточных» озерно-ледниковых глин.

Рекомендации по инженерной подготовке строительной площадки и устройству фундаментов

Тип условий	Литологическое строение	Гидрогеологические условия	Инженерная подготовка	Типы фундаментов
1. Горные склоны, плато и водоразделы	Глинистый и крупнообломочный грунт делювия и элювия, мощность 1–4–12 м; полускальные и скальные грунты	Грунтовая вода трещинного, жильного и родничкового типа, вскрытие струйной верховодки	Устройство откосных дренажей, каптажных колодцев для улавливания родниковой воды	Фундаменты на естественном основании ленточные либо плитные
2. Долины горных и предгорных рек	Грубоокатанный галечник с песчаным заполнителем; делювиальный щебенистый суглинок; крупнообломочный грунт коры выветривания	Грунтовая вода образует единый водоносный горизонт, связанный с русловым потоком. В слабофильтрующих грунтах формируется верховодка	Устройство пластового дренажа или подсыпки под фундаменты мощностью 1,5–2 м; защита площадки от верховодки нагорной канавой	Фундаменты ленточные либо плитные на естественном основании или на подсыпке
3. Долины равнинных рек	Покровные глины и суглинки, мощность 0,5–1,5 м; водонасыщенные мелкие и пылеватые пески, мощность 0,5–6 м; водоносные галечники, мощность 10–100 м с прослоями песков, плотных глин и валунов, мощность 3–5 м	Грунтовые воды образуют единый водоносный горизонт, связанный с русловым потоком, на уровне от 0–1 до 2–3 м; в покровных глинистых грунтах формируется верховодка	До производства работ отсыпка территории крупнообломочным грунтом. При выборе плитных фундаментов – устройство пластового дренажа	Свайные либо плитные фундаменты, фундаменты в вытрамбованных котлованах
4. Площадки на высоких озерных террасах	Покровный слой из макропористого суглинка, мощность 0,5–1 м; основной несущий слой из полутвердых и тугопластичных суглинков и глин с микрослоистой текстурой	Грунтовые воды образуют единый водоносный горизонт на значительных глубинах, могут обладать напором. Происходит обводнение глинистых грунтов	Устройство пристенного дренажа совместно с пластовым	Фундаменты свайно-плитные, буронабивные сваи с уширенной пятой, фундаменты в вытрамбованных котлованах
5. Приозерные низменности	Озерные и аллювиально-озерные глины и суглинки с прослоями илов, мелких илистых песков и супесей, мощность слоя превышает 100 м	Грунтовые воды встречаются повсеместно, устанавливаются на глубинах 0,3–1,5 м. Площадки характеризуются заболоченностью	Отсыпка территории крупнообломочным грунтом до начала строительства	Фундаменты на подсыпке, свайные фундаменты, фундаменты в вытрамбованных котлованах
6. Приустьевые долины рек, впадающих в море	Аллювиальный галечник с прослоями разнозернистых заиленных песков, илов, илистых суглинков, мощность 10–15 м; плотный слоистый суглинок и крупнообломочный грунт коры выветривания коренных пород	Грунтовые воды на глубинах до 2–4 м. Верховодка формируется в насыпных грунтах и сливается с основным водоносным горизонтом	Устройство пристенного дренажа. Отведение верховодки от строительной площадки	Свайные фундаменты, ленточные – только для малоэтажных зданий, фундаменты в вытрамбованных котлованах
7. Прибрежные морские низменности	Торфы, заторфованные суглинки и пески мощностью 0,5–1,5 м; илистые суглинки, заиленные пески различной крупности, иль; коренные породы, плотные делювий и элювий	Грунтовые воды на глубине 0,2–1,5 м гидравлически связаны с водами мелких озера, бухт и заливов. На заболоченных территориях развита верховодка	Устройство насыпей из крупнообломочных грунтов толщиной 1,5–2 м. Отсыпка площадки крупнообломочным грунтом до производства работ	Висячие забивные сваи, фундаменты в вытрамбованных котлованах
8. Острова крупных рек	Покровные суглинки и глины, мощность 0,5–2 м. Пески мелкие с прослоями песков средней крупности, мощность 10–15 и более м; гравийно-галечниковые грунты; выходы коренных пород осадочного происхождения на поверхность в единичных местах	Грунтовые воды имеют прямую гидравлическую связь с уровнем руслового потока рек	Устройство насыпей из крупнообломочных грунтов толщиной 1,5–2 м	Фундаменты на подсыпке, свайные фундаменты, фундаменты в вытрамбованных котлованах
9. Песчаные отложения дочетвертичного периода	Пески слабосцементированные, мощность до 20–30 м; песчаники	Отмечены маломощные прослои суглинков, являющихся водоупором для водовмещающих песков	Устройство пристенного дренажа. Отведение верховодки от строительной площадки	Свайные фундаменты, фундаменты в вытрамбованных котлованах

5-й тип: площадки на низких озерных террасах. *Негативные проявления:* заболоченность территории строительных площадок; наличие в вертикальном разрезе торфов, илов, заторфованных, илистых и быстроразмокающих глинистых грунтов; высокое стояние грунтовых вод. Специфические особенности: заиленные грунты в основаниях сооружений или в открытых котлованах, имеющие неплохие показатели текучести, при подъеме уровня грунтовых вод разжижаются; грунтовые воды, не вскрытые при изысканиях, при отсутствии в разрезе слабых прослоев грунтов устанавливаются через 1–2 суток на уровне местного напора.

6-й тип: площадки на низких аллювиально-морских террасах. *Негативные проявления:* наличие в разрезе площадок со сложным напластованием грунтов с различными показателями сжимаемости; невыдержанная мощность плотных слоев грунта в контуре здания; высокий уровень грунтовых вод; интенсивная верховодка.

7-й тип: площадки на низких морских террасах. *Негативные проявления:* в разрезе наличие мощной толщи переслаивающихся грунтов повышенной сжимаемости (илы, заиленные пески и суглинки); широкое распространение торфов; высокий уровень грунтовых вод; глубокое залегание плотных континентальных отложений.

8-й тип: острова крупных рек (о. Большой Уссурийский). *Негативные проявления:* площадка подтопляется паводковыми водами р. Амур и катастрофическими наводнениями техногенно-природного характера на 5,5 м выше дневной поверхности, что соответствует естественной повторяемости 1 раз в 500–1000 лет. Грунтовые воды имеют прямую гидравлическую связь с уровнем руслового потока р. Амур.

9-й тип: мощные толщи песчаных отложений дочетвертичного периода (г. Благовещенск). *Негативные проявления:* встречаются перелетки, когда мерзлота уходит в глубь толщи на 7–8 м и держится, пока не начнется оттаивание грунта.

При всем многообразии рассмотренных инженерно-геологических условий строительных площадок последние имеют общие черты: при различном залегании по глубине грунтовых вод почти на всех площадках развита верховодка; низкие озерные и морские террасы отличаются высоким стоянием грунтовых вод, заболоченностью территории, наличием площадок сложного напластования грунтов с весь-

ма различными показателями сжимаемости, с развитием старичных отложений, наличием в вертикальном разрезе торфов, илов.

Необходимо отметить и специфические особенности различных площадок, неучет которых приводит к трудноустраняемым последствиям: площадки на высоких озерных террасах отличаются микрослоистостью, приводящей к пучению обводненных микрослоев и притоку воды в засухо вырытые котлованы; на площадках низких озерных террас грунтовые воды, не вскрытые при изысканиях, устанавливаются через 1–2 суток на уровне местного напора, а при установлении грунтовых вод заиленные грунты в основаниях сооружений с неплохими характеристиками могут разжижаться и снижать несущую способность; площадки на низких морских террасах имеют в разрезе мощную толщу переслаивающихся грунтов повышенной сжимаемости (илы, заиленные пески и суглинки) и широкое распространение торфов; площадки, расположенные на крупных островах, страдают от катастрофических наводнений, на площадках материковой части встречаются перелетки.

Рекомендации по инженерной подготовке территории строительства и устройству фундаментов, соответствующие геоморфологии и гидрогеологическим условиям площадки и основанные на многолетнем опыте строительства на Дальнем Востоке с учетом Руководства по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах. (М.: Стройиздат, 1979) и Руководства по проектированию дренажей зданий и сооружений (М.: Москомархитектуры, 2000), представлены в таблице.

Типизация инженерно-геологических условий юга Дальнего Востока, представленная в таблице, была разработана для целей определения основных особенностей производства изысканий, проектирования и устройства фундаментов, характера взаимодействия сооружений с грунтами оснований во времени, т. е. для решения конкретных вопросов проектирования фундаментов зданий и сооружений.

Большой интерес представляют работы А.Н. Галкина [4, 5], посвященные инженерно-геологической типизации для решения градостроительных проблем (на примере Белоруссии). Эти работы объединили геологическую составляющую с системой размещения технических объектов: промышленных предприятий, объектов сельского и лесного хозяйства, транспортно-коммуникационную и селитебную системы.

Список литературы

1. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01–83). М.: Стройиздат, 1986. С. 59.
2. Абрамов С.П. О классификации территорий промышленных предприятий с мокрым технологическим процессом по их потенциальной обводняемости // *Промышленное строительство*. 1972. № 9. С. 34–37.
3. Маркин Б.П. К вопросу о классификации территорий промышленных предприятий по их потенциальной обводняемости // *Промышленное строительство*. 1973. № 10. С. 23–25.
4. Галкин А.Н. Типизация литотехнических систем: состояние проблемы и пути ее решения // *Инженерная геология*. 2009. № 3. С. 30–33.
5. Галкин А.Н. О новом подходе к инженерно-геологической типизации литотехнических систем территории Белоруссии // *Инженерная геология*. 2014. № 3. С. 46–59.

References

1. A grant on projection of foundations of buildings and constructions (to Construction Norms and Regulations 2.02.01–83). Moscow: Stroyizdat, 1986. 59 p.
2. Abramov S.P. O classifications of territories of the production enterprises with wet technological process on their potential contour-nyaemosti. *Promyshlennoe stroitelstvo*. 1972. No. 9, pp. 34–37. (In Russian).
3. Markin B.P. To a question of classification of territories of the production enterprises for their potential obvodnyaemost. *Promyshlennoe stroitelstvo*. 1973. No. 10, pp. 23–25. (In Russian).
4. Galkin A.N. Typification litotekhnicheskikh of systems: condition of a problem and way of its decision. *Ingenernaya geologiya*. 2009. No. 3, pp. 30–33. (In Russian).
5. Galkin A.N. About new approach to engineering-geological typification the litotekhnicheskikh of systems of the territory of Belarus. *Ingenernaya geologiya*. 2014. No. 3, pp. 46–59. (In Russian).

УДК 728.03:726.13

С.В. ИЛЬВИЦКАЯ¹, д-р арх. (ilvitskaya@mail.ru); И.В. ДУНИЧКИН², канд. техн. наук (ecse@bk.ru)

¹ Государственный университет по землеустройству (105064, г. Москва, ул. Казакова, 15)

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Взаимосвязь принципов проектирования культовых и жилых зданий в традиции ведической архитектуры Васту

Представлено исследование по вопросам теории и истории архитектуры, в котором рассматриваются древние источники, записи об архитектуре полуострова Индостана и архитектурное наследие в архитектуре культовых и жилых зданий на территории современной Индии и соседних странах. Выявлено обособление традиции ведической архитектуры в древних рукописях под объединяющим названием Васту-Шастра. Приведены труды индийского архитектора, ученого доктора Ганапати Стапати, а также публикации его учеников. Показана взаимосвязь проектных рекомендаций традиции Васту с пропорционированием и ориентированием по сторонам света. Представлены общие черты между традициями Васту в Индии и фэн-шуй в Китае, а также пропорциями культовых зданий в других конфессиях. Определены общие принципы проектирования для культовых и жилых зданий в традиции Васту. Представлен пример современного проекта индивидуального жилого дома на одну семью в соответствии с традицией Васту, выполненный индийским архитектором Белой Годхой. Сделан вывод о необходимости изучения степени влияния климата Индии на рекомендации по ориентации зданий и помещений.

Ключевые слова: ведическая архитектура, культовые здания, жилые здания, храмовое зодчество.

Для цитирования: Ильвицкая С.В., Дуничкин И.В. Взаимосвязь принципов проектирования культовых и жилых зданий в традиции ведической архитектуры Васту // *Жилищное строительство*. 2017. № 1–2. С. 55–59.

S.V. IL'VITSKAYA¹, Doctor of Architecture, (ilvitskaya@mail.ru); I.V. DUNICHKIN², Candidate of Sciences (Engineering) (ecse@bk.ru)

¹ State University of Land Use Planning (15, Kazakova Street, 105064, Moscow, Russian Federation)

² National Research State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Highway, 129337, Moscow, Russian Federation)

Interrelation of Design Principles of Cult and Residential Buildings in Traditions of Vedic Vastu Architecture

The study of issues of the theory and history of architecture, which consider ancient sources, records about the architecture of Hindustan and the architectural heritage in the architecture of cult and residential buildings on the territory of contemporary India and neighbor countries, is presented. The separation of traditions of the Vedic architecture in ancient manuscripts under the unifying name of Vastu-Shastra is revealed. Writings of the Indian architect, scientist, doctor Ganapati Sthapati as well as publication of his disciples are presented. The interrelation of design recommendations of the Vastu tradition with the proportioning and orientation to the cardinal points is shown. Common features between traditions of Vastu in India and Feng Shui as well as between proportions of cult buildings of other confessions are presented. General principles of the design for cult and residential buildings in Vastu tradition are determined. An example of the contemporary design of an individual residential house for a family in accordance with the Vastu tradition made by the Indian architect Beloy Godhoy is presented. The conclusion about the necessity of studying the degree of influence of the Indian climate on the recommendations concerning the orientation of buildings and premises is made.

Keywords: vedic architecture, cult buildings, residential buildings, sacred architecture.

For citation: Il'vitskaya S.V., Dunichkin I.V. Interrelation of design principles of cult and residential buildings in traditions of vedic Vastu architecture. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 55–59. (In Russian).

При сравнении различных исторических традиций стран Востока выделяются системы рекомендаций, регламентирующие функциональный состав помещений по сторонам света. Подобная тенденция отмечена во многих странах, однако наибольшую известность получила система планирования и символического оформления пространства фэн-шуй (ветер–вода), возникшая в Китае еще до нашей эры.

В рукописных источниках, датируемых 25 г. до н. э. (эпоха династии Хань), есть упоминания о применении правил и предписаний традиции фэн-шуй, датируемых около 475 г. до н. э. [1]. Имеются различные гипотезы т рактовки времени возникновения этой традиции.

Однако интересен тот факт, что по общим литературным свидетельствам существует не менее устойчивая,

но менее известная традиция ведической архитектуры Васту, сформировавшаяся на территории современной Индии. Следует отметить, что литературные источники, датируемые началом нашей эры или концом предыдущей, ссылаются на применение традиции Васту более 2000 лет до н. э.

Реликтовые рукописи возрастом около 700–1000 лет и более хранятся в фондах Национальной индийской библиотеки и являются объектами для постоянного изучения, расшифровки и перевода текстов с древнетамильского языка и санскрита [2]. Сведения, касающиеся знаний об архитектуре, содержатся в древнем виде рукописей, называемых Пураны и имеющих различные части с наименованиями «Агни», «Вайю», «Гаруда», «Матсья», «Нарада» и

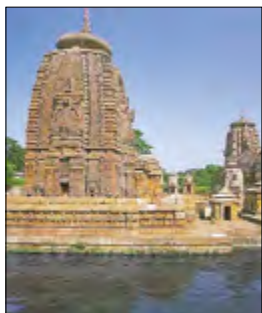


Рис. 1. Храм Шивы в Бхубанешваре. Стиль Нагара. XI в. н. э., штат Орисса, Северная Индия



Рис. 2. Храм в Мамаллапуре. Стиль Дравида. VI в. н. э., штат Тамил-Наду, Южная Индия



Рис. 3. Раскопки Мохенджо-Даро. Центральная часть бывшего поселения



Рис. 4. Компьютерная реконструкция центральной части бывшего поселения Мохенджо-Даро

«Сканда», а также других трактатах, объединенных под общим названием «Васту-Шастра». Эти исторические документы описывают правила и предписания о проектировании и строительстве резиденций, храмов, крупных жилых домов, ориентировании стен в здании, расположении системы водоснабжения и водоемов, планировании городов, а также общие указания и законы Васту, регламентирующие связь функции и ориентации помещений по сторонам света. Такое подробное нормирование наводит на мысль о больших масштабах древнего строительства и стремлении древних зодчих к гармонии, знаниям природы вещей и людей, а также оценке качества окружающей среды, пропорций и форм.

В обобщенном понимании трактатов Васту-Шастра задача архитектора или скульптора – это структурирование пространства по законам пропорционирования, в частности в планировках этажей, в виде соотношения центральной зоны как одной части к ширине здания, равной трем или четырем частям. Согласно этим и другим рекомендациям любая постройка должна находиться в гармонии с тем пространством, в котором она существует.

Современное строительство с сохранением традиций в пропорциях этой культуры позволяет транслировать самобытный образ. В связи с этим в Индии большая роль отводится организациям, сохраняющим историко-культурное наследие в узких направлениях, примером которых может быть Траст ведической архитектуры (VAASTU VEDIC TRUST – REGD) и Исследовательский фонд ведической архитектуры (VAASTU VEDIC RESEARCH FOUNDATION), основанные доктором Ганapati Стапати (Dr. Ganapati Sthapati). Его публикации являются классическим примером работы с реликтовыми рукописями возрастом около 700–1000 лет, хранящимися в фондах Национальной индийской библиотеки. Им проведена значимая научная работа по изучению, расшифровке и переводу с древнетамильского языка и санскрита текстов, содержащих в себе знания об архитектуре и скульптуре [3, 4]. Результаты его работы могут быть полезны и современному архитектору в сфере использования технологий, материалов, при разработке атриумных планировок, пропорционировании скульптур и пространств зданий.

Следует отметить, что история архитектуры Индии тесно связана с историей религиозных движений. Неудивительно, что среди исторических памятников преобладают в основном храмы или другие культовые сооружения. Таким образом, история архитектуры Индии делится на три основных этапа [5].

1. Первый брахманский период начался ранее III в. до н. э. и закончился в результате упадка ведической культуры, гонений на носителей знаний и священнослужителей со стороны правителей государств земель Бхарата-Варши и последователей буддизма. Это соотносится с первыми литературными упоминаниями о фэн-шуй, что позволяет выдвинуть гипотезу о том, что фэн-шуй возник как интерпретированное знание ведической культуры или обогатил свою систему в период гонений и ассимиляции беженцев с территории современной Индии и Китая.

2. Буддийский период, начавшийся с III в. до н. э. – эпохи завоеваний императора Ашоки, – продолжился до V в. н. э. Культовыми памятниками буддийского периода являются тумулярные строения (Ступы) и пещерные храмы.

3. Второй брахманский период начинается приблизительно с начала V в. С его началом намечается частичное возвращение к первоначальным традициям, ренессанс ведической культуры, которая претерпев некоторые изменения вроде джайнской реформы в VIII в. н. э., окончательно вытесняет буддизм и распространяется в Индии до настоящего времени. Приблизительно в VI в. н. э., когда брахманские учения снова начинают испытывать влияние буддизма и переплетаются с буддийскими верованиями, начинается распространение нового типа храма, неизвестного в первые века буддийской архитектуры. Выделяются два стиля храмового зодчества: на севере Индии – Нагара и на юге: Дравида (рис. 1, 2). Все пагоды в форме башен подходят к одному из двух стилей [6]. Стилю Дравида соответствует конструкция башни уступами, имеющая пирамидальный силуэт. Стиль Нагара представляется в виде башни параболической формы с выгнутыми ребрами и вольной передачей конструкции.

Следует также отметить, что если в русском языке слова «зодчий», «зодчество» имеют этимологическое происхождение от глаголов «зиждется», «созидать», то с санскрита определение «Veda» переходит в русский глагол «ведать», а в буквальном переводе означает знание, если точнее, то научно обоснованное или подтвержденное знание. Многие из дошедших до наших дней древних построек во многом соответствуют Васту, что также доказывает ценность этих знаний [7]. В качестве примера работы древних зодчих можно привести обнаруженные в 1920-х годах на одном из островов реки Инд остатки города, впоследствии названного Мохенджо-Даро (рис. 3, 4).

Мохенджо-Даро выделяется среди других центров индийской цивилизации почти идеально регулярной и ориентированной по сторонам света планировкой с исполь-



Рис. 5. Пример Атриума-Брахмастана в жилом доме



Рис. 6. Здание-комплекс, построенное по законам пропорционирования из Васту-Шастры



Рис. 7. Экстерьер современного жилого дома в соответствии с рекомендациями Васту. Проект № 29. Архитектор Бела Годха [15]

зованием в качестве основного строительного материала обожженного кирпича, а также наличием сложных ирригационных и культовых сооружений (рис. 3, 4). Радиоуглеродный анализ построек и связи с Месопотамией позволяют отнести его к 2300–1750 гг. до н. э. Город спланирован как целостный градостроительный объект регулярной планировки, так как его прямые улицы не имеют искривлений и расширений, а дома, в том числе многоэтажные, в основном пропорциональны формам куба и параллелепипеда, поддерживающие ритмический и метрический ряды улицы (рис. 4). Это также характерно и для территории Центральной и Северной Индии, что было подтверждено при экспедиции в штат Матхура [8].

В археологических объектах наиболее часто применялись планировочные приемы организации в центре зданий внутренних дворов-атриумов, что согласуется с указанными в Васту-Шастре рекомендациями о наличии свободного пространства – атриума, называемого Брахмастаном (рис. 5).

Центральный атриум имеет важное значение как место общения и отдыха, поддерживающее мир в доме и формирующее психологический комфорт. Атриум организует пространство, положительно влияющее на самочувствие воспринимающего его человека. При проектировании современных жилых, общественных и культовых зданий имеется стремление к комплексности и формированию дворового или атриумного пространства. Эта тенденция выделения центра композиции крупным пространством имеет параллель с развитием композиции культовых зданий других конфессий, в частности формирования подкупольного пространства в храмах православного зодчества [9].

Кроме того, по результатам исследования данных экспедиции 2012 г. в индийский штат Мадхура в процессе экспериментального проектирования объектов паломнического туризма было подтверждено, что благодаря устройству атриума появляется возможность смягчения климата здания [10].

Современные инженеры и архитекторы пытаются воспроизвести многие древние постройки или использовать традицию Васту. Ключ к пониманию древних традиций встречается в переводах Васту-Шастры и, что особенно важно, находит отклик в современной архитектуре (рис. 6).

Люди воспринимают воздействие пространства на основании своих чувств. Это обратная связь с пространством, в том числе в виде наших эмоций, физического состояния и душевного здоровья, позволяет регулировать его качества. По сути, Васту-Шастра – это кодекс правил и предписаний, ориентирующих здания и помещения, и

рассматривающий влияние на них системы физико-технических факторов, составляющих совокупность качества среды человека (температурно-влажностный режим, аэрация, акустика, инсоляция, освещенность, гидрогеология и др.) [11].

Рассматривая культовые объекты Индии не только как отдельные здания, но и в комплексе с ближайшими постройками, можно отметить, что имеются общие закономерности и в типологии храмовых комплексов других конфессий [12]. В частности, это отражено в вопросах формирования социокультурного пространства православных монастырских комплексов как крепостей, что соотносится с санскритским словом «ашрам», то есть «убежище», к которому относят как храмовые комплексы, так и жилые комплексы с выделенной храмовой частью, что может быть соотнесено с православными домовыми храмами [13]. Эта концепция подтверждает общие закономерности исторического развития различных культур и помогает исследовать новые исторические гипотезы.

Философия, представляемая в Васту, занимает позицию персонализма, начиная с личного подхода ко всем живым существам и заканчивая обращением к пространству жилища или храма. Эта философская основа позволяет по-новому взглянуть и понять приоритеты личного развития, которые являются составляющей любой архитектурной концепции [14]. Создание психологического комфорта жилища актуально на современном этапе как никогда. В соответствии с принципами проектирования психологического комфорта жилища изложенные в рукописях Васту-Шастры рекомендации можно выделить в следующие группы:

- влияние планировочного решения на психологический комфорт человека;
- закономерности оптимального, визуально-комфортного расположения предметов интерьера в пространстве;
- особенности воздействия на психофизиологическое состояние человека физико-технических факторов;
- учет направления сторон света при разработке функционального наполнения архитектурно-планировочных решений жилищ, общественных зданий, а также зданий для некоторых видов производств.

Характеристики зданий влияют не только на психологическое восприятие, но и косвенно на физическое здоровье человека. Аэрация, освещенность, инсоляция, акустика, температурно-влажностный режим формируются в современной практике строительства, как правило, без детального учета нюансов деятельности человека и функционального распределения в планировке здания. Поэтому изучение современного опыта применения традиции Васту интерес-

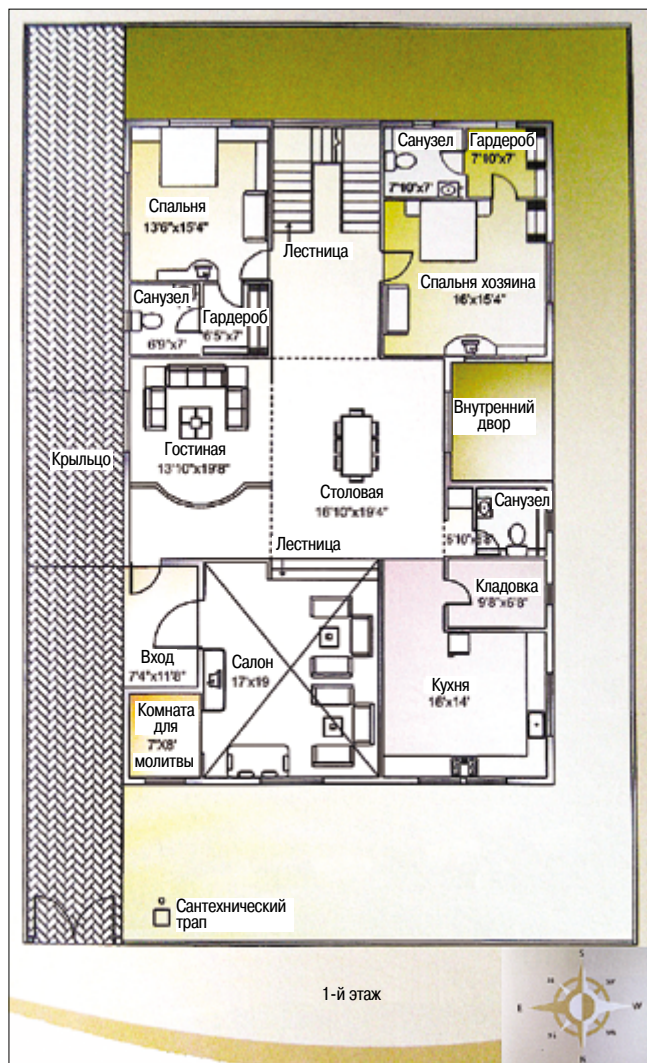


Рис. 8. Схема участка и план 1-го этажа. Проект № 29. Архитектор Бела Годха [15]

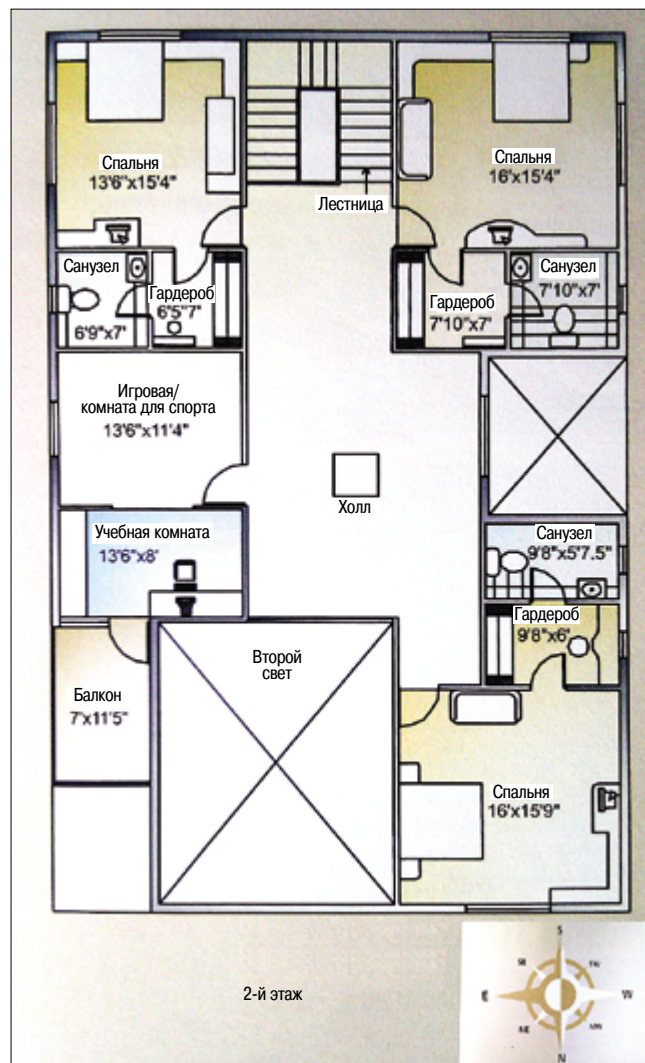


Рис. 9. План 2-го этажа. Проект № 29. Архитектор Бела Годха [15]

но именно с точки зрения изменения физико-технических характеристик среды.

При рассмотрении современного проекта жилого здания в Индии необходимо отметить, что внешний вид здания выполнен нарочито в функционализме, при этом почти не отличается от пропорций, принятых в традиции Васту (рис. 7). Можно отметить отсутствие декоративных элементов, свойственных для традиционных построек Индии, что объясняется тенденцией европеизации современной индийской архитектуры.

План первого этажа ориентирован входной группой на северо-восток и имеет свободный от несущих конструкций зал в центре, его пропорции 1/3 к внешним размерам здания. Жилые комнаты, блокированные с отдельными санитарными узлами и общими пропорциями, также занимают 1/3 от внешних габаритов дома (рис. 8). Второй этаж продолжает транслировать планировочную структуру в юго-западном секторе – там, где располагается спальня (рис. 9). План видоизменяется на северо-востоке, переходя во второй свет над гостиной и открытый балкон над входной группой. В центральном холле располагается светоаэрационный фонарь, доставляющий рассеянный свет на первый этаж.

Таким образом, благодаря изучению истории ведической архитектуры становится понятна значительная роль строительных индийских традиций, которые требуют дальнейшего изучения с точки зрения взаимодействия с внешним и внутренним климатом здания в целях рационального использования планировочных закономерностей традиции Васту в современной архитектуре.

Список литературы

1. Игельник Л.М. Индийский Васту и китайский фэн-шуй. М.: Профит Стайл, 2003. 336 с.
2. Joshua J. Mark. Ancient India // *Ancient History Encyclopedia*. 2012. <http://www.ancient.eu/india/> (дата обращения 10.12.2016).
3. Ganapati Sthapati V. Building Architecture of Sthapatya Veda. India.: Publ. h. Dakshinaa. 2008. 400 p.
4. Ganapati Sthapati V. Indian Sculpture & Iconography. Forms and Measurements. India.: Mapin Publishing Pvt. 2006. 500 p.
5. Шузи О. История архитектуры: В 2 томах. Т. 1 / Пер. с фр. В. Шевчук. М.: Издательство Всесоюзной академии архитектуры, 2002. 592 с.

6. Ильвицкая С.В., Охлябинин С.Д., Даниленко И.А. Глоссарий архитектурно-строительных терминов и научных дефиниций в области истории архитектуры и реставрации памятников архитектуры. М.: ГУЗ, 2015. 153 с.
7. Неаполитанский С.М., Матвеев С.А. Секреты ведической архитектуры. М.: Амрита, 2013. 288 с.
8. Дуничкин И.В., Лифшиц В.М. Исследование руинированного храма «Шри Шри Радха Гопинатх Мандир» // *Естественные и технические науки*. 2014. № 11–12 (78). С. 437–439.
9. Ильвицкая С. В. Эволюция православной культовой архитектуры. М.: ГУЗ, 2011. 96 с.
10. Дуничкин И.В., Лифшиц В.М. Паломнический центр «Радхакунд». *Естественные и технические науки*. 2014. № 11–12 (78). С. 440–442.
11. Шастри К.П. Ведическая архитектура Васту. Принципы строительства вашего идеального дома. Томск: НП «Ведические технологии», 2014. 224 с.
12. Ильвицкая С.В. Архитектура мировых конфессий. М.: ГУЗ, 2016. 400 с.
13. Ilvitskaya S.V. Orthodox Monasterial Complex in Contemporary Sociocultural Environment // *Analecta Husserliana. The Yearbook of Phenomenological Research. Volume CII. Memory in the Ontopoiesis of Life. Book 2 Memory in the Orbit of the human Creative Existence. The World Institute for Advanced Phenomenological Research and Learning*. Hanover, USA.: Publ. h. Springer. 2009, pp. 301–306.
14. Соколова О.М. Постулаты Брахмариши Майяна. США: Mandodari Int. 2010. 152 с.
15. Godha B. Vastu Awas. INDIA. India.: Publ. h. MANJUL. 2008. 89 p.
16. *tekhnicheskie nauki*. 2014. № 11–12 (78), pp. 437–439. (In Russian).
9. Ilvitskaya S.V. Evolyutsiya pravoslavnoi kul'tovoi arkhitektury. [Evolution of the Orthodox religious architecture]. Moscow.: GUZ. 2011. 96 p.
10. Dunichkin I.V., Lifschitz V.M. Pilgrimage Center «Radkhaynd». *Estestvenie i tekhnicheskije nauki*. 2014. № 11–12 (78), pp. 440–442. (In Russian).
11. Shastri K.P. Vedicheskaya arkhitektura Vastu. Printsipy stroitel'stva vashego ideal'nogo doma [Vedic Vastu architecture. The principles of the construction of your ideal home] Tomsk: NP «Vedicheskij tekhnologij», 2014. 224 p.
12. Ilvitskaya S.V. Arkhitektura mirovykh konfessii. [The architecture of the world's religions]. Moscow: GUZ. 2016. 400 p.
13. Ilvitskaya S.V. Orthodox Monasterial Complex in Contemporary Sociocultural Environment. *Analecta Husserliana. The Yearbook of Phenomenological Research. Volume CII. Memory in the Ontopoiesis of Life. Book 2 Memory in the Orbit of the human Creative Existence. The World Institute for Advanced Phenomenological Research and Learning*. Hanover. USA.: Publ. h. Springer. 2009, pp. 301–306.
14. Sokolova O.M. Postulaty Brakhmarishi Maiyana [Postulates Brahmarishi Maya]. USA: Mandodari Int. 2010. 152 p.
15. Godha B. Vastu Awas. INDIA. India.: Publ. h. MANJUL. 2008. 89 p.

References

1. Igel'nik L.M. Indiiskij Vastu i kitaiskij Fen-shui [Indian Vastu and Chinese Feng Shui.] Moscow: Profit Style. 2003. 336 p.
2. Joshua J. Mark. Ancient India // *Ancient History Encyclopedia*. 2012. <http://www.ancient.eu/india/> (date of access 10.12.2016).
3. Ganapati Sthapati V. Building Architecture of Sthapatya Veda. India.: Publ. h. Dakshinaa. 2008. 400 p.
4. Ganapati Sthapati V. Indian Sculpture & Iconography. Forms and Measurements. India.: Mapin Publishing Pvt. 2006. 500 p.
5. Shyazi O. Istoriya arkhitektury [History of architecture]. In 2 Volumes. Vol. 1. Trans. from French V. Shevchuk. Moscow: Publ. h. All-Union Academy of Architecture. 2002. 592 p.
6. Ilvitskaya S.V., Okhlyabinin S.D., Danilenko I.A. Glossarii arkhitekturno-stroitel'nykh terminov i nauchnykh definititsii v oblasti istorii arkhitektury i restavratsii pamyatnikov arkhitektury [Glossary of architectural terms and definitions in the field of research the history of architecture and restoration of architectural monuments]. Moscow: GUZ. 2015. 153 p.
7. Neapolitanski S.M., Matveev S.A. Sekrety vedicheskoi arkhitektury. [Secrets of Vedic Architecture]. Moscow: Amrita. 2013. 288 p.
8. Dunichkin I.V., Lifschitz V.M. Research impacted temple «Sri Sri Radha Gopinath Mandir». *Estestvenie i*

Главное событие
строительного рынка
и смежных отраслей
Алтайского края

17–19 мая
г. Барнаул
ТРЦ «Арена»
Выставочно-конгрессный центр «Атлас» (2-й этаж)
открытая уличная площадка

22-я Межрегиональная специализированная выставка

**Строительство
Благоустройство
Интерьер'2017**

Организаторы выставки:
- ЗАО «Алтайская ярмарка»;
- ООО «Современные выставочные технологии».

По вопросам участия обращаться:
+7 (3852) 65-88-44, altfair@altfair.ru
www.stroyka.altfair.ru

УДК 699.841:624.042.7

А.В. СОСНИН, инженер (syabryauskas@mail.ru), старший преподаватель
Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II (МГУПС (МИИТ)),
Смоленский филиал (214012, г. Смоленск, ул. Беляева, 45)

Об алгоритме уточнения коэффициента допускаемых повреждений K_1 по кривой несущей способности для оценки сейсмостойкости железобетонных каркасных зданий массового строительства

Проанализирована связь между коэффициентом редукции сейсмических сил R , используемом в мировой практике проектирования, и коэффициентом допускаемых повреждений K_1 , применяемом для определения расчетных сейсмических нагрузок по линейно-спектральной методике (ЛСМ) актуализированных редакций СНиП II-7–81. Для зданий и сооружений массового строительства предложен инженерный алгоритм уточнения коэффициента K_1 по кривой несущей способности (кривой равновесных состояний) конструктивной системы. При определении параметров такой кривой для объекта исследования применялась процедура «А» метода спектра несущей способности, учрежденная в регламенте АТС-40 (Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings; 1996), и расчетные алгоритмы комплекса конечно-элементного анализа SAP2000 v.17.1. При разработке алгоритма применялись экспериментальные результаты советской научной школы ЦНИИЭП жилища.

Ключевые слова: здания массового строительства, линейно-спектральный метод, коэффициент допускаемых повреждений K_1 , коэффициент редукции сейсмических сил R , кривая несущей способности, метод нелинейного статического (Pushover) анализа, SAP2000*.

Для цитирования: Соснин А.В. Об алгоритме уточнения коэффициента допускаемых повреждений K_1 по кривой несущей способности для оценки сейсмостойкости железобетонных каркасных зданий массового строительства // Жилищное строительство. 2017. № 1–2. С. 60–70.

A.V. SOSNIN, Engineer (syabryauskas@mail.ru)
Moscow State University of Railway Engineering, Smolensk Branch (45, Belyaeva Street, Smolensk, 214012, Russian Federation)

About a Refinement Procedure of Seismic-Force-Reduction Factor K_1 using a Pushover Curve for Earthquake-Resistance Estimation of RC LSC Frame Buildings

A relationship between R-factor used in the world design earthquake engineering practice and seismic-force-reduction factor K_1 which is used in Response Spectrum Technique of updated editions of Seismic Building Design Code II-7–81 was analyzed by the author. A step-by-step engineering algorithm for K_1 -factor refinement (in SP 14.13330 formulation) of large-scale-construction (LSC) frame buildings and structures using a Pushover curve is suggested. The nonlinear static procedure «A» of Capacity Spectrum Method based at ATC-40 (Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings; 1996) and SAP2000 v.17.1 computational features were used for creation of a Pushover curve. Scholar school experimental results of Central Research and Design Institute of Residential and Public Buildings (Moscow) during development the algorithm are used by the author.

Keywords: large-scale-construction (LSC) projects, response spectrum method, seismic-force-reduction factor K_1 (in Seismic Building Design Code SP 14.13330 formulation), response-modification coefficient R , Pushover curve, nonlinear static (Pushover) analysis, SAP2000.

For citation: Sosnin A.V. About a Refinement Procedure of SeismicForceReduction Factor K_1 using a Pushover Curve for EarthquakeResistance Estimation of RC LSC Frame Buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 1–2, pp. 60–70. (In Russian).

Памяти моего научного руководителя
Виктора Георгиевича Беднякова**

1. Преамбула исследования. Постановка задачи

При сильных (редких) землетрясениях конструкции зданий и сооружений работают в пластической стадии деформирования. В несущих элементах объектов массового

строительства***, проектируемых в сейсмических районах России, реализацию нелинейных эффектов допускаются учитывать введением понижающего коэффициента K_1 к интенсивности сейсмических сил. В соответствии с действующими нормами коэффициент K_1 назначается одинаковым для всех несущих элементов рассчитываемой системы. При этом значения K_1 , приведенные в табл. 4 СП 14.13330.2014

* Программный комплекс SAP2000. Сертификат соответствия № 0896541; выдан Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии 10.10.2016 г. Разработчик – компания Computers & Structures, Inc. (CSI), основанная в 1975 г., признана лидером в области разработки инновационных программных продуктов для строительного проектирования и расчетов в области сейсмостойкого строительства. Официальный дистрибьютор компании CSI на территории России – ООО «НИП-Информатика» (<http://www.nipinfor.ru/>).

** Бедняков Виктор Георгиевич (1953–2013), кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории надежности строительных конструкций Научно-технического центра по ядерной и радиационной безопасности (НТЦ ЯРБ) Госатомнадзора России;

(далее по тексту – табл. 4), соответствуют упругопластической реакции несложных однородных конструкций [1, 2]. Многие встречающиеся подходы по уточнению K_1 приводятся без учета податливости, характерной для деформаций пространственной системы в целом. На современном этапе развития вычислительных комплексов величину этого коэффициента для конкретного здания (или домо-строительной серии) можно определить точнее, применив пространственную модель системы и нелинейные методы расчета сооружений [1]. Но в продолжение всего процесса гармонизации стандартов и сводов правил с требованиями европейских регламентов наблюдается компилятивная транскрипция содержания табл. 4. В сравнении с редакцией СНиП II-7–81*(2000) в его актуализированных версиях только немного скорректированы некоторые из значений K_1 .

При необходимости назначения K_1 для смешанных неоднородных конструктивных систем, не оговоренных в табл. 4, инженер может столкнуться со смысловой коллизией. Суть проблемы заключается в том, что в табл. 4 и формуле (1) СП 14.13330.2014 понятие коэффициента допускаемых повреждений K_1 имеет разные семантические оттенки. Смысл, заложенный в K_1 в соответствии с формулой (1) указанного свода правил, можно представить следующей формулировкой (обозначим его трактовкой 1):

$$K_1 = \frac{V_D}{V_{el}} = \frac{1}{R}, \quad (1)$$

где V_D – горизонтальная сейсмическая реакция, учитываемая при конструировании несущих элементов системы; V_{el} – горизонтальная сейсмическая реакция, соответствующая несущей способности упругой системы. Выражение (1) согласуется с понятием коэффициента R (англ. *Response Modification Factor*), применяемого в мировой практике проектирования в сейсмических районах для редуцирования упругого спектра реакции.

С другой стороны, дословное содержание п. 2 табл. 4 (и непосредственно название самой табл. 4) с привязкой к понятию кривой несущей способности системы указывает на то, что коэффициент K_1 есть величина, обеспечивающая редуцирование сейсмических сил за счет пластичности перемещений. В такой интерпретации коэффициент K_1 связан обратно пропорциональной зависимостью с коэффициентом R_{μ} [1], учитывающим резервы сейсмостойкости за счет податливости системы (англ. *Seismic-force-modification Ductility Factor*), – трактовка 2:

$$K_1 = \frac{V_{pl}}{V_{el}} = \frac{1}{R_{\mu}}, \quad (2)$$

где V_{pl} – горизонтальная сейсмическая реакция в уровне основания, при реализации которой несущие конструкции получают предельные допускаемые деформации и повреждения. Коэффициент R_{μ} является одним из базовых параметров в методологии проектирования сейсмостойких конструкций с прогнозируемым уровнем повреждений (англ. *Performance-Based Plastic Design Approach*).

Если за основу принять, что K_1 все-таки есть величина обратно пропорциональная коэффициенту редуцирования R , то в

соответствии с п. 3 табл. 4 конструктивное исполнение несущих элементов отечественных объектов III (пониженного) уровня ответственности должно обеспечивать снижение сейсмических нагрузок в восемь (!) раз. В зарубежной практике такое значение коэффициента редуцирования R характерно для специально спроектированных каркасных зданий с высокой пластичностью (англ. *Special RC Moment-Resisting Frame in Dual System with Special RC Shear Walls*), которая должна обеспечиваться строго регламентированными конструктивными мероприятиями. Однако в проектировании объектов подобного уровня ответственности в нашей стране такой подход не применяется. Получается, что понятие редуцирования сейсмических сил в постановке актуализированных редакций СНиП II-7–81* не соответствует базису спектрального метода (англ. *Response Spectrum Method*), применяемому в мировой практике расчета сейсмостойких зданий и сооружений.

Начиная с 2009 г. большинство заказчиков в беседе с автором статьи допускали выход из строя только второстепенных (ненесущих) элементов рассчитываемого здания. Но конструктивные требования отечественных норм при расчетном событии «способствуют» реализации механизма пластического деформирования, характеризующегося неремонтопригодными повреждениями именно несущих конструкций. Тогда и возник вопрос: какое значение принимать инженеру для K_1 при проектировании каркасных зданий массового строительства, если для снижения убытков при реализации сильного (редкого) землетрясения собственник будущего объекта желает допустить причинение только незначительного ущерба? В настоящей статье автор попытается ответить на поставленный вопрос и упорядочить зависимости между рассмотренными коэффициентами. Читателю представлен инженерный алгоритм для уточнения K_1 , основанный на применении нелинейной зависимости «горизонтальная реакция в уровне основания – смещение верха системы», так называемой кривой несущей способности формата $V_{sh,b} - \Delta$ (англ. *Pushover Curve*). Как и любая прикладная методика, алгоритм не лишен недостатков и допущений; основные термины и определения, применяющиеся в нем, приведены автором в публикациях [2, 3]. В качестве инструментария применяются расчетные процедуры, реализованные в комплексе SAP2000 v.17.1. Рассматриваемые здесь вопросы дополняют положения, ранее изложенные в работах [2, 4, 5].

2. Онтология редуцирования сейсмических сил в мировой практике проектирования сейсмостойких конструкций

Фундаментальный принцип сейсмостойкого проектирования гласит: здание (сооружение) должно быть и прочным, и достаточно податливым, чтобы эффективнее рассеивать энергию землетрясения. В процедуре ЛСМ реализации этого правила «закреплена» за коэффициентом K_1 , который впервые введен в действие в редакции СНиП II-7–81 (1982). Специалисты, практикующие в области проектирования сейсмостойких конструкций, называют K_1 и коэффициентом предельных состояний, и коэффициентом редуцирования;

автор более 130 научных трудов в области сейсмостойкости сооружений. Сфера научных интересов В.Г. Беднякова включала учет взаимодействия сооружений с основанием, построение спектров реакции, разработку расчетных методик оценки сейсмостойкости сооружений. До конца 2012/2013 учебного года он являлся научным руководителем диссертационного исследования автора настоящей работы.

*** К зданиям и сооружениям массового строительства автор относит объекты, удовлетворяющие требованиям п. 3 табл. 3 и табл. 7 СП 14.13330.2014 «СНиП II-7–81*. Строительство в сейсмических районах», без сейсмоизоляции.

его причисляют к элементам оптимального проектирования и «философии повреждений» зданий и сооружений в сейсмических районах [1, 6, 7]. На современном этапе развития отечественной научной школы сейсмостойкости сооружений проблему уточнения коэффициента K_1 в своих трудах рассматривали Н.Н. Белов, Г.А. Джинчвелашвили, О.В. Кабанцев, О.В. Мкртычев, Ю.П. Назаров, Ю.И. Немчинов, В.И. Ойзерман, Ю.Л. Рутман, Э.Х.С. Симборт, В.Л. Харланов и др. Правилами проектирования в K_1 закладывается следующий смысл – это коэффициент, учитывающий упругопластический характер работы несущих элементов конструктивной системы и характеризующий предельно допускаемый (при проектировании) уровень их повреждений. Более развернутой трактовки для K_1 , понятной рядовому инженеру, нормы не содержат. Во время как, например, в Еврокоде-8 (EN 1998-1:2004. Eurocode-8: Design of Structures for Earthquake Resistance; далее – EC8) поправочный коэффициент к интенсивности сейсмических сил q в постановке спектрального метода имеет четкое определение. Он вычисляется из отношения упругой сейсмической реакции системы, характеризующейся затуханием 5% от критического, к минимальной реакции, учитываемой при проектировании элементов системы с применением линейно-упругой модели (п. 3.2.2.5.3Р EC8). Расчетные положения по определению коэффициента поведения q (п. 5.2.2.2 EC8) указывают на его согласованность с понятием коэффициента редукации R [8].

В соответствии с международной практикой расчета сейсмостойких конструкций [9–12] коэффициент R включает следующие компоненты:

$$R = R_\mu R_R R_S, \quad (3)$$

где R_μ – коэффициент, указанный в тексте статьи перед выражением (2); R_R – коэффициент, учитывающий резервы несущей способности системы за счет перехода n -го количества связей в пластическое состояние и уменьшения ее степени статической неопределимости (англ. *Seismic-force-modification Redundancy Factor*); R_S – коэффициент, учитывающий приемлемое превышение напряжений в сечениях конструкций, реализующихся при действии сейсмических сил за счет изыскания резервов прочности (англ. *Seismic-force-modification Overstrength Factor*; в некоторых источниках для описания этого коэффициента встречается англоязычная идиома *Allowable Stress Factor Y*). Составляющие формулы (3) в свою очередь определяются из выражения (4). В нем приводятся основные параметры, формирующие величину коэффициента R ; детально ознакомиться с концепцией его определения можно в регламенте ATC-19 (Structural Response Modification Factors; 1995):

$$R \begin{cases} R_R = \frac{V_{pl}}{V_{1,hinge}}, \\ R_S = \frac{V_{1,hinge}}{V_D}, \\ R_\mu = \frac{V_{el}}{V_{pl}}, \end{cases} \quad (4)$$

где $V_{1,hinge}$ – горизонтальная сейсмическая реакция в уровне основания, соответствующая образованию первых зон пластичности в несущих элементах системы, определяющих механизм ее пластического деформирования; остальные составляющие обозначены выше в выражениях (1) и (2).

3. Коэффициенты, учитывающие резервы сейсмостойкости конструкций

Из формулировки коэффициента R_R в выражении (3) следует, что он учитывает уменьшение степени статической неопределимости системы и перераспределение сил (усилий и напряжений) между ее элементами [10] после образования первых пластических шарниров. В соответствии с п. 5.2.2.2(8) EC8 коэффициент R_R не допускается принимать более 1,5, несмотря на результаты расчетного анализа, подтверждающего такую возможность. Коэффициент R_S , характеризующий резервы прочности системы, определяется: эффектом обжатия бетона несущих конструкций внутри контура поперечного армирования; учетом конструктивных требований при выборе минимальных параметров армирования и размеров сечения конструкций; включением второстепенных конструкций в работу системы; отличием фактических параметров материалов от принятых при проектировании; эффектом упрочнения материалов при действии сейсмических сил; точностью учета диссипативных свойств системы; применением для определения сейсмических сил периода собственных колебаний упругой системы [11]. В зарубежной практике значение этого коэффициента предписывается принимать в интервале 1,4–1,7 [12].

Значения коэффициентов R_R и R_S не приводятся в отечественных правилах проектирования, их связь с конструктивными мероприятиями не нормируется. Для представления их значений, пригодных для применения в первом приближении, автор предлагает рассмотреть кривую равновесных состояний, которую инженер может получить как для простой системы, так и для здания в целом. Для понимания обозначенного вопроса следует обратиться к результатам натуральных полномасштабных вибрационных экспериментов на крупнопанельных, каркасных и крупноблочных зданиях,

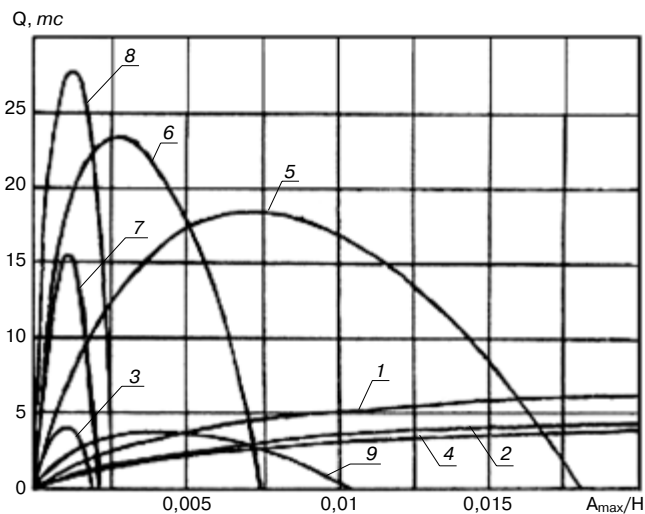


Рис. 1. Экспериментальные зависимости «максимальная инерционная сила в основании – относительное перемещение верха здания» в формате $Q-(A_{max}/H)$, представленные в исследованиях [13]. Цифрами обозначены кривые равновесных состояний, характеризующие горизонтальную реакцию в уровне основания следующих зданий: 1 – экспериментальный фрагмент крупнопанельного жилого 3-этажного дома (г. Кишинев); 2 – каркас 2-этажного центра (г. Душанбе); 3 – кирпичное 4-этажное здание (г. Душанбе); 4 – крупномасштабная модель 10-этажного крупнопанельного дома (г. Москва); 5 – крупнопанельный 4-этажный дом (г. Душанбе); 6 – крупнопанельный 4-этажный дом (г. Нурек); 7 – крупноблочная 4-этажная секция № 2 (г. Ялта); 8 – крупнопанельный 9-этажный жилой дом (г. Кишинев); 9 – фрагмент каркаса 4-этажного дома (г. Ашхабад)

проведенных в 1962–1968 гг. учеными ЦНИИЭП жилища. В издании [13], выполненном коллективом под руководством Г.А. Шапиро, приводится ряд экспериментальных кривых несущей способности, полученных для различных типов конструктивных систем (рис. 1). Отмечается, что экспериментальным путем получены только восходящие ветви кривых, а нисходящие участки продолжены теоретически в соответствии с выведенной (предсказанной) зависимостью на опытных моделях. Полученные результаты были заложены в основу предложенного ими метода «оценки степени сейсмостойкости (прочности) конструкций», основная роль в котором отводилась вибрационным испытаниям. Разрушающая нагрузка во время эксперимента определялась уменьшением жесткости конструктивной системы в результате снижения эффективности ее пространственной работы и развитием пластических деформаций, в том числе образованием трещин в несущих элементах. Оценивалось отношение максимальной инерционной силы к ее расчетному значению, вычисленному по действующим на момент проведения испытаний нормам, – так называемый «коэффициент запаса прочности». В терминологии EC8 этот параметр согласуется с понятием *Overstrength Ratio* (α_n/α_1). Для зданий массового строительства значения коэффициента запаса прочности Шапиро–Захарова (обозначим его далее – $K_{Ш-З}$) были получены в интервале 1,74–2,35, где большее значение соответствует реакции крупнопанельных зданий на площадке с 7-балльной сейсмичностью. Для практического использования в первом приближении в [13] рекомендуется принимать значения $K_{Ш-З}$ равными 1,5, 1,8 и 2 для 9-, 8- и 7-балльной площадки соответственно, что хорошо согласуется с современной зарубежной практикой. По своему замыслу методика Шапиро–Захарова была призвана сфокусировать мысль инженера на улучшение деталей исследуемой конструктивной системы: выявить ее слабые места (здесь речь, видимо, идет о зонах пластичности. – *Прим. автора*) для усиления и/или скорректировать ее пространственную жесткость. Однако эта методика не раскрывает вопросы оценки податливости испытанных зданий и их способность к рассеянию энергии; в ней рассмотрены резервы сейсмостойкости, сконсолидированные только в объеме фигуры, расположенной «под кривой» равновесных состояний.

Способность конструктивных систем к пластическому деформированию принято оценивать коэффициентом пластичности μ_R , равным отношению перемещения от максимальной рассматриваемой нагрузки (Δ_m) к предельному перемещению при упругом деформировании (Δ_y):

$$\mu_R = \frac{\Delta_m}{\Delta_y} > 1. \quad (5)$$

Коэффициент пластичности μ_R неразрывно связан с коэффициентом редукции пластичности перемещений R_μ , для оценки которого в настоящее время существует ряд выражений. На выбор формул для оценки R_μ влияет тип и этажность сооружения, его податливость, грунтовые условия площадки, вклад геометрической нелинейности в реакцию системы, прогнозируемый уровень повреждений несущих конструкций и т. д. Очевидно, что на этапе принятия решения выбор этого коэффициента будет зависеть и от теоретических знаний и практических навыков инженера. Вопросу оценки коэффициента R_μ посвящено большое количество исследовательских работ. Формулировкой вы-

ражений в разное время занимались Р. Gulkan и М.А. Sozen (1977); N.M. Newmark и W.J. Hall (1982); R. Riddell и N.M. Newmark (1979); S.-P. Lai и J.M. Biggs (1980); A.A. Nassar и H. Krawinkler (1991); E. Miranda и V.V. Bertero (1993; 1994); B. Borzi и A.S. Elnashai (2000); E. Miranda и S.D. Akkar (2003); Г.А. Джинчвелашвили и О.В. Мкртычев (2012); Ю.Л. Рутман и Э.Х.С. Симборт (2012) и др. Остановимся более подробно на работе Е. Miranda и V.V. Bertero [14]. В своем исследовании они устанавливали зависимость R_μ от магнитуды события, эпицентрального расстояния и грунтовых условий площадки строительства. Ими были обработаны 124 инструментальные записи известных землетрясений и получены следующие выражения:

$$R_\mu = \left(\frac{\mu_R - 1}{\phi} + 1 \right) \geq 1, \quad (6)$$

где ϕ – коэффициент, определяемый из формул (7)–(9) в зависимости от грунтовых условий площадки строительства. Для скальных грунтов ϕ определяется из выражения:

$$\phi = 1 + \frac{1}{10T - \mu_R T} - \frac{1}{2T} \times e^{[-1,5 \times (\ln T - 0,6)^2]}. \quad (7)$$

Для аллювиальных грунтов:

$$\phi = 1 + \frac{1}{12T - \mu_R T} - \frac{2}{5T} \times e^{[-2 \times (\ln T - 0,2)^2]}. \quad (8)$$

Для грунтов, обладающих низкими деформационными свойствами, из выражения:

$$\phi = 1 + \frac{T_g}{3T} - \frac{3T_g}{4T} \times e^{[-3 \times (\ln \frac{T}{T_g} - 0,25)^2]}, \quad (9)$$

где T_g – преобладающий период колебаний массива грунта.

Другие перечисленные формулировки для коэффициента R_μ рассмотрены автором в работе [2]; результаты их применения представлены далее при описании параметров реакции объекта настоящего исследования.

5. Базис методологии уточнения коэффициента допускаемых повреждений K_1 с помощью кривой несущей способности

Для оценки способности железобетонных каркасных зданий и сооружений к редуцированию сейсмических нагрузок важно знать, какая интенсивность горизонтальной сдвигающей силы в уровне основания учитывалась при определении параметров несущих элементов на этапе конструирования (V_D). В редакции, например, индийских норм проектирования сейсмостойких конструкций IS 1893:2002 [15] для определения реакции V_D используется коэффициент A_h :

$$A_h = \frac{z I S_a}{2 R g}, \quad (10)$$

где I – коэффициент, учитывающий функциональное назначение сооружения и его ответственность в реализации последствий землетрясения (например, обеспечение жизнедеятельности в период ликвидации последствий, историческая значимость или экономический приоритет); R – коэффициент редукции, учитывающий допускаемые повреждения несущих конструкций при реализации механизма пластического деформирования рассматриваемой системы; $(z \times S_a)/g$ – ордината расчетного спектра реакции (в долях g), характеризующего ожидаемую сейсмичность

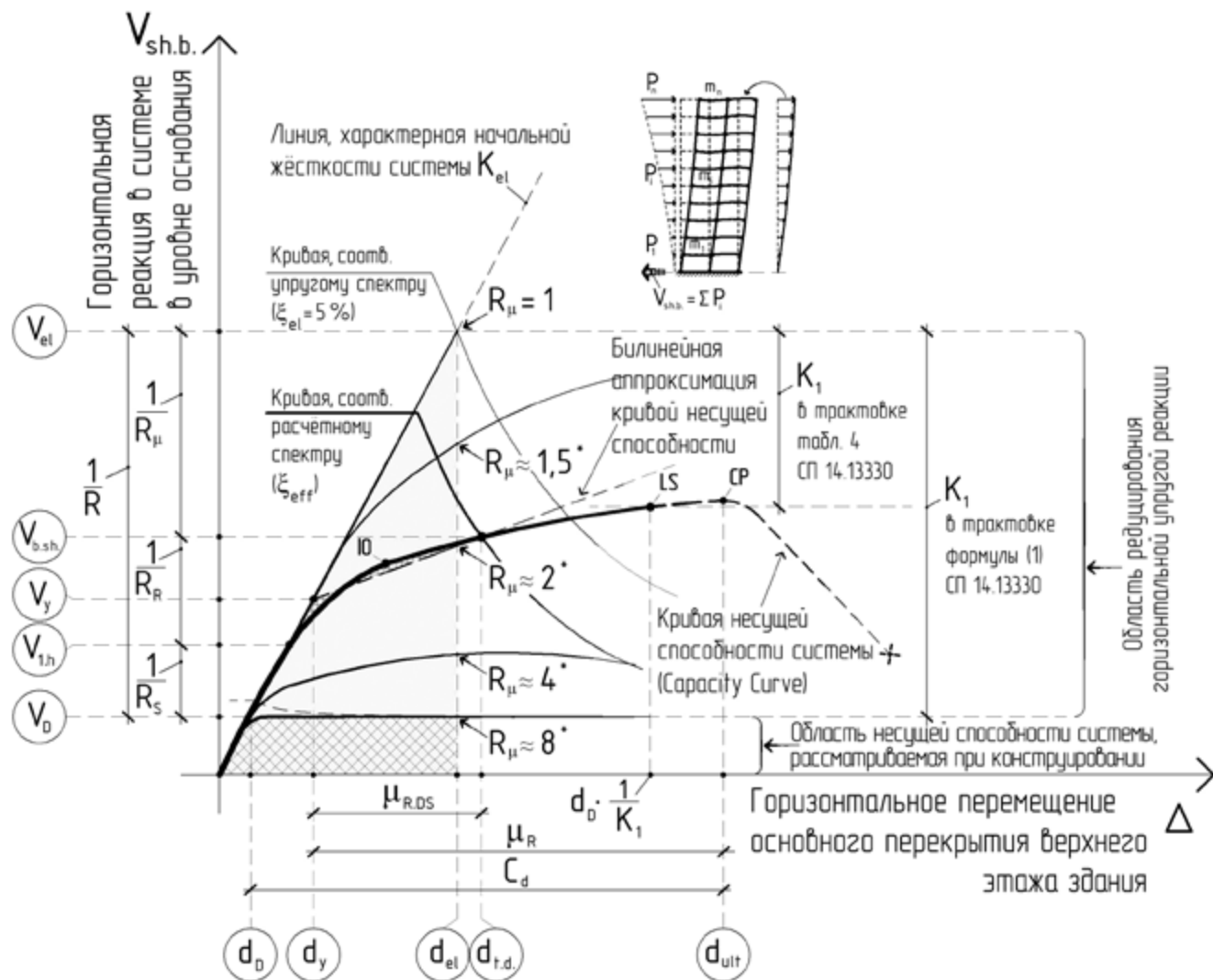


Рис. 2. Графическая визуализация зависимостей между основными коэффициентами спектрального метода расчета сейсмостойких конструкций

района строительства и соответствующего уровню сильно-го (редкого) землетрясения. Множитель «2» в знаменателе выражения (10) применяется для приведения расчетного воздействия к параметрам слабого (частого) землетрясения. Формулу (10) вполне можно рассматривать в качестве базового выражения. Схожую формулировку имеет коэффициент $V_{D,b.sh.1}$ в практическом мануале SEAOC (Seismology Committee of the Structural Engineers Association of California; 1988), коэффициент C_w в редакции Uniform Building Code (1988) или, например, коэффициент V в нормах сейсмостойкого строительства Алжира DTR BC 2-48 (2003). Учитывая структуру формул (1) и (2) СП 14.13330.2014, можно составить идентичное выражение и для доли горизонтальной квазистатической реакции V_D в расчетном сейсмическом весе системы; обозначим ее (долю реакции) коэффициентом K_D (англ. *Design Horizontal Seismic Coefficient*):

$$K_D = K_0 K_1 A \beta_i K_\psi. \quad (11)$$

Учитывая расчетные предпосылки Pushover-методологии [28], при составлении выражения (11) принималось, что коэффициент η_{ik} , учитывающий форму деформации системы в формуле (2) СП 14.13330.2014, не будет вносить значительных погрешностей при оценке сейсмиче-

ской реакции V_D . Отметим, что такое же расчетное упрощение принималось и при получении коэффициентов запаса прочности Шапиро–Захарова [13].

Расчетные коэффициенты ЛСМ, указанные в формулах (1) и (2) СП 14.13330, обеспечивают для зданий массового строительства допустимость повреждений, соответствующих 3-й степени по шкале MSK-64. И здание, перенесшее с такими повреждениями сильное (редкое) землетрясение, считается сейсмостойким [16]. Поэтому пожелания заказчика в части допустимости повреждений только второстепенных конструкций в такой ситуации загоняют его в некие экономические рамки, отступление от которых (т. е. применение значений K_1 , отличных от указанных в табл. 4) в соответствии с требованиями п. 8 ст. 6 Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ неизбежно приведет его к необходимости разработки специальных технических условий. К тому же ни СНиП II-7–81*, ни его актуализированная редакция не содержат положений о предельной степени повреждений несущих конструкций [17] и деформационных критериев ее оценки. А классификация повреждений, принятая в описательной части шкалы MSK-64, наделена небольшим объемом пояснений. Для установления соотношения уровней повреждаемости несущих конструкций с характер-

ными участками кривой равновесных состояний каркасных зданий из железобетона автор предлагает учитывать положения регламента американского МЧС (Federal Emergency Management Agency) FEMA-356 (Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings; 2000), макросейсмической шкалы EMS-98 [18] и исследования А.Н. Добромыслова, реализованные в Рекомендациях ЦНИИПромзданий [19]. Сквозной анализ указанных документов показывает [2], что в постановке СП 14.13330 состояние несущих конструкций железобетонных каркасных зданий и сооружений, характерное для нормативных значений коэффициента K_1 , соответствует уровню обеспечения безопасности жизнедеятельности (англ. Life Safety; LS). Поэтому если пластичность системы, закладываемую в нее на стадии концептуального проектирования, ограничить допустимым уровнем повреждений ответственных несущих конструкций, то выражение (5) запишется в виде:

$$\mu_{R,DS} = \frac{d_{targ,disp}}{d_y} > 1, \quad (12)$$

где $\mu_{R,DS}$ – коэффициент пластичности, характеризующий податливость конструктивной системы при реализации горизонтальной реакции (рис. 2), соответствующей принятому уровню повреждений (при допустимости реализации повреждений, характерных уровню CP, этот коэффициент равен коэффициенту μ_R); $d_{targ,disp}$ – перемещение, соответствующее положению точки упругопластических свойств системы [20]; d_y – перемещение, соответствующее пределу упругости. При этом выражение для оценки коэффициента редукции податливости перемещений можно записать в виде:

$$R_{\mu,DS} = \frac{V_{el}}{V_{b,sh}}, \quad (13)$$

где $V_{b,sh}$ – горизонтальная сейсмическая реакция в уровне основания, при реализации которой несущие конструкции полу-

чат деформации и повреждения, допускаемые в рассматриваемой постановке задачи [3]. Однако это вовсе не означает, что инженер может регулировать пластичность одного и того же здания только вариацией уровня допускаемых повреждений при неизменных конструктивных мероприятиях.

Зависимости между перечисленными выше коэффициентами автор предлагает рассмотреть в графическом виде, представленном на рис. 2 (значения коэффициентов R_{μ} , отмеченные знаком «*», показаны условно).

6. Формула алгоритма уточнения коэффициента K_1 с применением кривой равновесных состояний системы

В результате анализа натуральных и численных экспериментов, заложенных в основу зарубежных регламентов по расчету сейсмостойких конструкций, перед формированием алгоритма уточнения K_1 автором сформулированы две основные предпосылки, безусловно, требующие научного обоснования.

Во-первых, **значение коэффициента K_1 , характеризовать податливость системы не может – коэффициент K_1 , влияет только на величину горизонтальной сейсмической реакции V_D , учитываемой при назначении параметров армирования несущих конструкций системы.** Ведь назначение для железобетонного рамного каркаса $K_1=1$, например, совершенно не означает, что коэффициент пластичности μ_R , характеризующий его реакцию, будет равен 1, поскольку основной вклад в энергоемкость [21] системы в целом будут вносить параметры поперечного армирования зон пластичности в ригелях и колоннах. В случае дефицита поперечной арматуры в несущем элементе при достаточном количестве продольных стержней его разрушение может происходить по сценарию, характерному для поведения угловых монолитных железобетонных колонн нижнего этажа здания больницы Олив-Вью (Olive View Hospital) во время

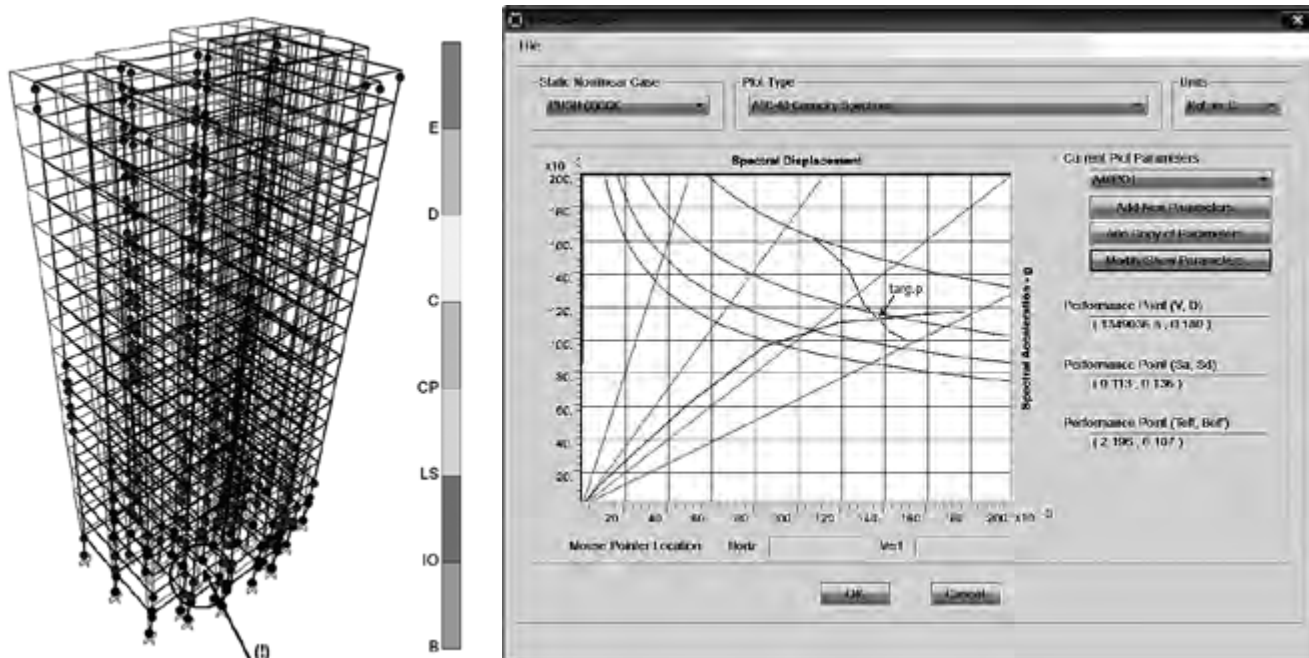


Рис. 3. Механизм деформирования системы с визуализацией образовавшихся шарниров пластичности (слева) и соответствующий ему спектр несущей способности (справа), полученные в комплексе SAP2000 для случая направления сейсмического воздействия вдоль глобальной оси X. Слева стрелкой указана зона пластичности, деформации которой не удовлетворяют принятому критерию необрушения; справа стрелкой указана точка упругопластических свойств системы, расположение которой характеризует уровень повреждений здания

Таблица 1

Процедура уточнения коэффициента K_1 с применением кривой несущей способности конструктивной системы

№ шага	Краткое описание действий	Обозначение параметра	Применяемое выражение
1	Оценивается значение периода собственных колебаний системы по низшему тону, проводится его верификация с эмпирическими выражениями и результатами натуральных экспериментов	T_1	EN 1998-1:2004; ISO 8466:2010; + [25, 26]
2	Определяется доля горизонтальной квазистатической реакции в расчетном сейсмическом весе системы, учитываемая для определения параметров несущих элементов на этапе ее конструирования	K_D	Выражение (11)
3	По результатам расчетов пространственной конечно-элементной модели определяются параметры кривой несущей способности и оценивается прогнозируемое значение горизонтальной сейсмической реакции в уровне основания, при реализации которой несущие конструкции получают допустимые деформации и повреждения	$V_{sh.b}^1$	[2, 3]
4	Определяется значение коэффициента пластичности, соответствующее принятому уровню поврежденных несущих конструкций	$\mu_{R.DS}^2$	Выражение (12)
5	Определяется значение коэффициента редукиции сейсмических сил, учитывающего резервы сейсмостойкости за счет податливости системы	R_μ^3	Выражения (6) + [2]
6	Оценивается запас прочности по результатам расчетов	$R_R \times R_S$	Выражение (4)
7	Оценивается номинальное значение коэффициента редукиции	R_{nom}	Выражение (3)
8	Коэффициенты, формирующие резервы прочности (п. 6), сопоставляются с экспериментально полученными коэффициентами, например коэффициентами запаса Шапиро–Захарова, и их предельными значениями, применяемыми в зарубежной практике проектирования	$R_R \times R_S^4$	EN 1998-1:2004; + [12, 13]
9	Оценивается фактическое значение коэффициента редукиции, в том числе с учетом оптимальных значений, рекомендуемых зарубежной практикой	R_{act}	Выражение (3)
10	Оценивается значение поправочного коэффициента для реакции V_D	K_{cor}	R_{nom}/R_{act}
11	Определяется прогнозируемый коэффициент допустимых повреждений	$K_{1.act}^5$	$K_1 \times K_{cor}$

Примечания:

- Качественный вид кривой равновесных состояний важно сопоставлять с кривыми, характерными для рассматриваемого типа конструктивной системы. Например, реакции каркасных зданий без вертикальных связевых элементов жесткости будет соответствовать более пологая форма кривой. Эффективность алгоритма чувствительна к параметрам расчетного спектра реакции и точности построения кривой несущей способности, поэтому важно внимательно относиться к выбору способа оценки реакции после «выключения» зон пластичности из работы (в SAP2000 выбор производится настройкой «Method to use when hinges drop load»).
- Положения о допустимых повреждениях конструкций, указанные в табл. 4 СП 14.13330.2014, не рассматриваются; уровень повреждений несущих элементов устанавливается при согласовании с заказчиком по табл. 1 [2].
- В случае оценки дефицита сейсмостойкости с применением методик многофакторной оценки (например, [27]) для каркасных зданий, сконструированных с нарушением необходимых антисейсмических мероприятий, значение R_μ рекомендуется принимать не более 1,5 (с учетом [22]).
- Произведение $R_R \times R_S$ принимается равным 1,5, 1,8 и 2 для 9-, 8- и 7-балльной площадки соответственно. Рекомендуется в соответствии с результатами зарубежных исследований для каркасных железобетонных зданий коэффициент R_R принимать не более 1,5; R_S – не более 1,7.
- Редуцировать рекомендуется расчетные сейсмические усилия в несущих конструкциях, ответственных за реализацию допустимого механизма пластического деформирования [3]. При обозначении K_1 следует специально оговаривать параметры расчетного спектра реакции. Каждому конкретному особому сочетанию нагрузок будет соответствовать своя кривая равновесных состояний системы. При обеспечении условия соответствия системы заявленной сейсмичности площадки, коэффициент K_1 следует принимать равным наибольшему из полученных значений.

землетрясения в Сан-Фернандо (San Fernando, Калифорния; 09.02.1971; $M=6,5$; $h=15$ км). И наоборот, $K_1=0,25$ для перекрестно-стеновой системы из монолитного железобетона никоим образом не означает, что она вдруг станет обладать высокой пластичностью. Такая предпосылка подтверждается, например, результатами численных исследований, представленных в работе [1]. При этом приходится отмечать, что способность к пластическому деформированию многоэтажных каркасных зданий с диафрагмами жесткости, спроектированных по СП 14.13330.2014, не может соответствовать значению R_μ больше 2 [22].

Во-вторых, **дисгармония между рассмотренными в статье трактовками для K_1 упраздняется только в случае отсутствия в рассчитываемой системе резервов прочности.** Первая трактовка срабатывает для железобетонных каркасных зданий с достаточным количеством умеренно армированных диафрагм [3, 23] и с запасами прочности, согласующимися с результатами вибрационных экспериментов. Однако в этом случае при устройстве диафрагм с процентом армирования $\mu_s < 1\%$ на площадке с ускорением в уровне основания $0,4g$ на этапе проектирования в такой конструктивной системе уже формируется дефицит сейсмостойкости в

1 балл по шкале MSK-64 [24]. В случае принятия трактовки 2 изменение спектрального состава воздействия в неблагоприятную сторону может привести к неизбежному коллапсу. Примером тому могут служить Спитакское событие (Армения, 07.12.1988 г.; $M=6,9$; $h=10$ км) и землетрясение в Крайстчерче (Новая Зеландия, 22.02.2011 г.; $M=6,3$; $h=10$ км).

В качестве подосновы алгоритма уточнения коэффициента K_1 автор предлагает использовать параметры кривой несущей способности (англ. *Pushover Curve*); при этом для оценки K_1 рекомендуется выполнить ряд действий, приведенных в табл. 1.

Для выявления логических связей между императивными требованиями табл. 4 и способностью железобетонных каркасных зданий редуцировать сейсмические силы была проанализирована сейсмическая реакция в уровне основания жилого 15-этажного каркасного здания с диафрагмами жесткости [3]. Расчеты выполнялись в комплексе SAP2000 v.17.1 с применением методологии Pushover. Уровень ответственности объекта – II (нормальный). Диафрагмы жесткости имеют перманентное ортотропное армирование по всей высоте системы. Принималось, что на стадии проектирования сейсмостойкость здания оценивалась толь-

Таблица 2
Значения коэффициента редукции сейсмических сил за счет пластичности перемещений конструктивной системы 15-этажного железобетонного каркасного здания с умеренно армированными диафрагмами жесткости для случая направления воздействия вдоль поперечной оси (X) здания

T_i, c	μ_p , по расч. в SAP2000	Значения коэффициента $R_{\mu,x}$										
		По результатам исследований					По некоторым нормам					Расчетное значение
		Newmark N.M.-Hall W.J. [28]	Lai S.P.-Biggs J.M. [29]	Nassar A.A.-Krawinkler H. [30]	Miranda E.-Bertero V. [14]	Симборт Э.Х.С. [31]	ASCE/SEI 7-10	NBCC 2005	FEMA P-750	EN 1998-1		
1,43	2,164	2,164	1,997	2,293	2,446	1,53	2	2	2,2	3	2,2	

Таблица 3
Результаты оценки коэффициента допускаемых повреждений K_1 для объекта исследования

Краткая характеристика объекта ¹	$K_{L,sh,w}$ ²	Ур. повр. конст.	$\frac{T_i}{T_{ult}}, c^3$	K_D	K_G	$R_S \times R_R$	R_{μ}	R_{nom}	R_{act}	K_{cor} для V_D	K_1			
											трак. (1)	трак. (2)	норм. знач.	с учет. K_{cor}
23,48×16,75×48,3; 15-этажное каркасное с диафрагмами; 0,1 g; вдоль поперечной оси; числен. эксперимент; СНиП II-7-81* (2000 г.)	0,31	О _{II} ⁴	$\frac{1,43}{2,46}$	0,033 ^(p)	0,123 ^(p)	$\frac{3,73^{(p)5}}{2,55^{(n)2}}$ $\frac{2,55^{(n)}}{2^{(ш)}}$	2,2 ^(p)	8,2 ^(p)	$\frac{5,6^{(n)}}{4,3^{(ш)}}$	$\frac{1,46^{(n)}}{1,9^{(ш)}}$	0,18 ⁽ⁿ⁾	0,46 ⁽ⁿ⁾	0,25	$\frac{0,37^{(n)}}{0,47^{(ш)}}$

Примечания:
¹ В столбце 1 последовательно перечислены следующие основные характеристики объекта исследования: размеры здания L×B×H (м); этажность здания; ускорение в уровне основания (в долях g); направление сейсмического воздействия; способ оценки параметров кривой несущей способности (натурный, численный эксперимент; аналитический; сопоставительный; статистический и др.); нормативный документ, примененный для определения сдвигающей силы в уровне основания (V_D).
² $K_{L,sh,w}$ – коэффициент, учитывающий отношение погонной длины сонаправленных диафрагм каркасного здания к длине рам в рассматриваемом направлении.
³ В столбце 4 в знаменателе указаны значения периодов колебаний по низшему тону при достижении горизонтальной реакции в уровне основания ее предельного рассматриваемого значения (в момент перед обрушением).
⁴ Индексом R обозначены повреждения, соответствующие участку кривой несущей способности справа от точки, характерной для рассматриваемого уровня сейсмостойкости. Подробнее можно ознакомиться в табл. 1 [2].
⁵ Постоферы, указанные в скобках, имеют следующую смысловую интерпретацию: (p) – значения, полученные в результате проведения численных экспериментов в комплексе SAP2000 v.17.1; (n) – теоретические значения; (ш) – значения, приведенные в методике оценки сейсмостойкости Шапиро–Захарова [13]; (ш) – значение, полученное с учетом прогнозируемых технических решений, принятых при конструировании ответственных несущих конструкций.

ко с применением ЛСМ (с $K_1=0,25$) в редакции СНиП II-7-81*. В качестве критерия необрушения принято положение точки упругопластических свойств вблизи левой границы участка кривой, характеризующей допустимые повреждения несущих конструкций, при достижении относительного горизонтального перекоса этажа постоянного значения 0,5%.

Рассмотрим сейсмическую реакцию объекта исследования при направлении воздействия только вдоль поперечной (X) оси здания (рис. 3).

Коэффициент $K_{D,x}$ получился равным 0,033. Доля горизонтальной сейсмической реакции в расчетном сейсмическом весе сооружения, определяемая в уровне основания, при которой в несущих элементах системы, ответственных за ее сейсмостойкость, реализуются предельно допускаемые повреждения ($K_{G,x}$), составила 0,123. Тогда значение коэффициента прочности по Шапиро–Захарову получилось равным 3,73. Значения коэффициентов редукции пластичности перемещений R_{μ} , рассматриваемые в расчетах, представлены в табл. 2.

Применив выражение (3), получаем для $R_{X,nom}$ значение 8,2. Как отмечалось в начале статьи, таким достаточно высоким значением коэффициента редукции не могут обладать системы с заурядным армированием ответственных несущих конструкций. Анализ обрушения зданий в Ленинке (Гюмри), Спитаке (1988), на острове Итуруп (1994) и в Нефтегорске (1995) показал, что несущие элементы зданий массового строительства повреждались там при приближении сдвигающей силы в основании к значению, соответствующему горизонтальной реакции V_D . А ведь с момента

анонсирования первой редакции СНиП II-7-81 в связи «расчетные положения ЛСМ – требования к конструированию» ничего существенно не изменилось. Однако любая качественно возведенная конструктивная система все-таки обладает минимальными резервами несущей способности, которые обеспечиваются коэффициентами R_R и R_S . Принимая предельно допустимые значения для R_S (1,7) и R_R (1,5), получаем для объекта исследования значение для коэффициента $R_{X,act.1}$ – 5,6. Оценивая применимость обеих трактовок, получаем в первой из них K_1 равным 0,18, во второй – 0,46.

Однако обзор положений зарубежных регламентов (например, TSE-TS-500-1984, ASCE/SEI 7-10, FEMA-451B) показывает, что значение $R_{X,nom.1}=5,6$ характерно для каркасных зданий со специально сконструированными высокоармированными диафрагмами (англ. *Intermediate RC Moment-Resisting Frame with Special RC Shear Walls*). Учитывая, что в многоэтажных каркасных зданиях массового строительства, построенных в сейсмических районах Юга России, встречаются диафрагмы с процентом армирования $\mu_s \leq 0,5\%$, вполне очевидно, что такое конструирование связевых элементов не сможет обеспечить требуемого снижения сейсмических сил. Напрашивается вывод, что неучтенные резервы сейсмостойкости объекта исследования в направлении оси X обеспечивались: а) уровнем реакции V_D , превысившей начальное значение после применения конструктивных (нерасчетных) мероприятий; б) избыточной суммарной сдвиговой несущей способностью сонаправленных диафрагм [23] (с коэффициентом $K_{L,sh,w,x}$, равным 0,31). При их меньшей погонной дли-

не (вдоль оси Y) система уже не смогла соответствовать заявленной сейсмичности площадки. Поэтому определяем поправочный коэффициент к значению реакции V_D из отношения $R_{X,nom}/R_{X,act.1}$ – получаем $K_{cor}=1,46$. Из выражения (11) следует, что для конкретного здания в постановке *ceteris paribus* на величину коэффициента K_D будет влиять только коэффициент K_1 . Тогда для объекта исследования расчетное значение для K_1 прогнозируется равным 0,37.

Теперь воспользуемся результатами исследований Шапиро–Захарова и примем для объекта исследования $R_R \times R_S$ равным 2 – получим скорректированное значение $R_{X,act.2}=4,3$. И вот здесь в случае применения трактовки 1 коэффициент $R_{X,act.2}$ на первый взгляд согласуется с нормативным значением K_1 . Однако $R_{X,act.2}$ есть *переходное* значение, полученное в процессе итерационного поиска поправочного коэффициента к значению реакции V_D . В итоге поправочный коэффициент уже составит $R_{X,nom}/R_{X,act.2}=1,9$. Отсюда получаем $K_{1,act}$ равным 0,47. Прогнозируемые для объекта исследования оценки K_1 сведены в табл. 3.

7. Выводы

1. Причину разногласия в оценках K_1 автор видит в недостаточности расчетных требований к зонам пластичности и несостоятельности логической связи между коэффициентом K_1 и конструктивными требованиями и армированием несущих элементов, ответственных в рассматриваемой системе за рассеяние энергии землетрясения. Причиной также может являться отсутствие в табл. 4 дифференциации каркасных зданий с диафрагмами в зависимости от способности связевых элементов сопротивляться сдвигающей силе в уровне основания. Тогда как во многих упоминаемых выше зарубежных регламентах (например, IS 1893:2002, ASCE/SEI 7-10, TSE-TS-500-1984, FEMA P-750) такое разделение рассматриваемых конструктивных систем является обязательным (англ. *Ordinary, Intermediate или Special shear walls*).

2. При внесении изменений в СП 14.13330.2014 на текущем этапе гармонизации стандартов и сводов правил с требованиями еврокодов представляется важным добиться согласованности трактовки коэффициента K_1 с понятийным аппаратом коэффициента редукиции R , применяемым в современной мировой практике. Здание (сооружение), при разработке проекта которого закладывается повышенная редукиция сейсмических сил, должно обладать значительной податливостью, обеспечиваемой целенаправленными (!) кон-

структивными мероприятиями (как это имеет место, например, в разделе 5 EC8 «Specific rules for concrete buildings»). Однако на стадии концептуального проектирования требования табл. 4, предъявляемые к конструктивным системам из железобетона, пока не позволяют реализовать указанный принцип. Поэтому сейчас принимать при проектировании железобетонных каркасных зданий и сооружений трактовку 1 в качестве базовой было бы опрометчиво. Что касается трактовки 2, то в крайней редакции указанного свода правил для зданий рассматриваемого класса ее приходится пока считать приемлемой, ведь на этапе концептуального проектирования опытный инженер может спрогнозировать только качественный вид кривой несущей способности. Представляется необходимым дополнить табл. 4 примечанием, что значение коэффициентов K_1 допускается уточнять по результатам натурных и численных экспериментов.

3. Принимая во внимание нерегулярность технических решений современных многоэтажных зданий массового строительства, коэффициенты, представленные в табл. 4, необходимо пересматривать по результатам поверочных оценок на пространственных системах, учитывающих особенности нелинейного деформирования конструкций. Расчетные процедуры метода нелинейного статического (Pushover) анализа, реализованные в современных специализированных программах, например в комплексах компании CSI (SAP2000, ETABS), FESPA, Midas Gen, SCADA PRO, PERFORM 3D, SOFISTIK, INDYAS, DRAIN-2DX, SeismoStuct, ADAPTIC, RUAUMOKO 3D, Atena 3D, Z_Soil.PC, OpenSees, Stera 3D, позволяют успешно решать рассматриваемый класс исследовательских и прикладных задач. Для объекта исследования при направлении воздействия вдоль оси X в двух рассматриваемых трактовках для коэффициента K_1 прогнозируются значения 0,18 и 0,37 (0,47) соответственно. Неучтенные резервы сейсмостойкости объекта исследования обеспечены за счет реакции V_D , превысившей начальное значение после применения конструктивных (нерасчетных) мероприятий, и избыточной суммарной сдвиговой несущей способности сонаправленных диафрагм [23]. Учитывая теоретические основы изложенной инженерной процедуры, можно сделать вывод, что в случае оценки дефицита сейсмостойкости по ЛСМ для объектов исследования, сконструированных с несоблюдением (или отсутствием) необходимых антисейсмических мероприятий, значение K_1 в первом приближении рекомендуется принимать не менее 0,67.

Список литературы

1. Мкртычев О.В., Джинчвелашвили Г.А. Проблемы учета нелинейностей в теории сейсмостойкости (гипотезы и заблуждения). М.: Изд-во МГСУ, 2012. 192 с.
2. Соснин А.В. Об уточнении коэффициента допускаемых повреждений K_1 и его согласованности с концепцией редукиции сейсмических сил в постановке спектрального метода (в порядке обсуждения) // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 1 (60).
3. Соснин А.В. О параметрах диафрагм жесткости железобетонных каркасных зданий для строительства в сейсмических районах (по результатам расчетов многоэтажного жилого здания методом нелинейного статического анализа в SAP2000) // *Жилищное строительство*. 2016. № 4. С. 17–25.
4. Джинчвелашвили Г.А., Соснин А.В. Анализ некоторых особенностей учета нелинейной работы конструкций

References

1. Mkrtychev O.V., Dzhinchvelashvili G.A. Problemy ucheta nelineinosti v teorii seismostoikosti (gipotezy i zabluzhdeniya) [Problems of nonlinearities in earthquake-resistance theory (hypotheses and errors)]. Moscow: MSUCE Publ. 2012. 192 p.
2. Sosnin A.V. About Refinement of seismic-force-reduction factor K_1 and its coherence with response modification technique directed by the spectrum method (in order of discussion). *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2017. No. 1 (61) February. (In Russian).
3. Sosnin A.V. About shear walls parameters of reinforced concrete frame buildings for erecting in seismic areas (on calculation of results of a multi-storey residential building by pushover analysis using software SAP2000). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 4, pp. 17–25. (In Russian).

- в нормативных документах по сейсмостойкому строительству. 71-я научно-методическая и научно-исследовательская конференция (с международным молодежным участием). Подсекция «Строительная механика и теория надежности конструкций». 29 января – 7 февраля 2013 г. МАДИ. 2013. С. 67–69.
5. Джинчвелашвили Г.А., Мкртычев О.В., Соснин А.В. Анализ основных положений СП 14.13330.2011 «СНиП II-7–81*». Строительство в сейсмических районах // *Промышленное и гражданское строительство*. 2011. № 9. С. 17–21.
 6. Белов Н.Н., Кабанцев О.В., Копаница Д.Г., Югов Н.Т. Расчетно-экспериментальный метод анализа динамической прочности элементов железобетонных конструкций. Томск: STT. 2008. 292 с.
 7. Веденева Н. Сейсмически безопасны сейчас именно высотные дома? (интервью с Я.М. Айзенбергом) // *Московский комсомолец*. 2012. <http://www.mk.ru/social/2012/02/01/666950-seysmicheski-bezopasny-seychas-imenno-vyisotnyie-doma.html> (дата обращения 20.07.2015)
 8. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 8: Проектирование сейсмостойких конструкций: Руководство для проектировщиков к EN 1998-1 и EN 1998-5 Еврокод 8: Общие нормы проектирования сейсмостойких конструкций, сейсмические воздействия, правила проектирования зданий и подпорных сооружений / Пер. с англ. М. Фардис и др. М.: МГСУ, 2013. 484 с.
 9. Rubin M., Zallen P.E. Behavior of structures during earthquakes // *Forensic Engineering in Construction*. 2002. No. 7, pp. 1–5.
 10. Maram M.P., Rao K.R.M. Effect of Location of lateral force resisting system on seismic behaviour of rc building // *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*. 2013. Vol. 4. Iss. 10, pp. 4598–4603.
 11. Taieb B., Sofiane B. Accounting for ductility and overstrength in seismic design of reinforced concrete structures // *Proceedings of the 9-th International Conference on Structural Dynamics (EURODYN)*. 30 June – 2 July 2014. Porto, Portugal, pp. 311–314.
 12. Abdollahzadeh Gh., Kambakhsh A.M. Height Effect on response modification factor of open chevron eccentrically braced frames // *Iranica Journal of Energy & Environment*. 2012. No. 3 (1), pp. 89–94. DOI: 10.5829/idosi.ijee.2012.03.01.2559
 13. Вибрационные испытания зданий / Под ред. Г.А. Шапиро. М.: Стройиздат, 1972. 160 с.
 14. Miranda E., Bertero V. Evaluation of strength reduction factors for earthquake-resistant design // *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. 1994. No. 10 (2), pp. 357–379.
 15. Jian S.K., Murty C.V.R. Proposed draft provisions and commentary on Indian seismic Code IS1893. Part 1. Criteria for Earthquake resistant design of structures and buildings. General provisions. Kanpur: Indian Institute of Technology Kanpur. 2002. 158 p.
 16. Аминтаев Г.Ш. Сейсмическая безопасность – цель, сейсмостойкость сооружений – средство // *Инженерные изыскания*. 2014. № 2. С. 48–53.
 17. Назаров Ю.П., Ойзерман В.И. Метод трех моделей в расчетах сооружений на сейсмические воздействия // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2007. № 6. С. 6–8.
 4. Dzhinchvelashvili G.A., Sosnin A.V. Some Features Analysis of constructions nonlinear response in seismic building codes. 71-st Scientific-methodological and scientific-research conference (with international youth participation). Subsection «Building mechanics and the theory of structural reliability». January 29 – February 7, 2013. Moscow: MSARTU Publ. 2013, pp. 67–69. (In Russian).
 5. Dzhinchvelashvili G.A., Mkrtychev O.V., Sosnin A.V. General provisions analysis of the seismic building design code SP 14.13330.2011 «СНиП II-7–81*». Construction in Seismic Areas». *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2011. No. 9, pp. 17–21. (In Russian).
 6. Belov N.N., Kabantsev O.V., Kopanitsa D.G., YUgov N.T. Raschetno-eksperimental'nyi metod analiza dinamicheskoi prochnosti elementov zhelezobetonnykh konstruktсий [Calculation-experimental method for analysis of RC structures dynamic strength]. Tomsk: STT Publ. 2008. 292 p.
 7. Vedeneeva N. Are high-rise buildings in seismic areas safe now? *Moskovskiy Komsomolets*. 2012. <http://www.mk.ru/social/2012/02/01/666950-seysmicheski-bezopasny-seychas-imenno-vyisotnyie-doma.html> (date of access 20.07.2015) (In Russian).
 8. Guidelines for designers to the Eurocode 8: Design of earthquake-resistant structures: a guide for designers to EN 1998-1 and EN 1998-5 Eurocode 8: General rules seismic design, seismic effects, the rules of designing buildings and retaining structures: Per. from English. Fardis M. et al. Moscow: MSUSE Publ. 2013. 484 p.
 9. Rubin M., Zallen P.E. Behavior of structures during earthquakes. *Forensic Engineering in Construction*. 2002. No. 7, pp. 1–5.
 10. Maram M.P., Rao K.R.M. Effect of location of lateral force resisting system on seismic behavior of RC building. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 2013. Vol. 4. No. 10, pp. 4598–4603.
 11. Taieb B., Sofiane B. Accounting for ductility and overstrength in seismic design of reinforced concrete structures. *Proceedings of the 9-th International Conference on Structural Dynamics (EURODYN)*. 30 June – 2 July, 2014. Porto, Portugal, pp. 311–314.
 12. Abdollahzadeh Gh., Kambakhsh A.M. Height effect on response modification factor of open chevron eccentrically braced frames. *Iranica Journal of Energy & Environment*. 2012. No. 3 (1), pp. 89–94. DOI:10.5829/idosi.ijee.2012.03.01.2559.
 13. Vibratsionnye ispytaniya zdaniy. Pod red. G.A. Shapiro [In-situ vibration buildings tests Ed. by Shapiro G.A.] Moscow: Stroizdat. 1972. 160 p.
 14. Miranda E., Bertero V. Evaluation of strength reduction factors for earthquake-resistant design. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. 1994. No. 10 (2), pp. 357–379.
 15. Jian S.K., Murty C.V.R. Proposed draft provisions and commentary on Indian seismic code IS 1893. Part 1. Criteria for Earthquake resistant design of structures and buildings. General provisions. Kanpur: Indian Institute of Technology Kanpur. 2002. 158 p.
 16. Amintaev G.Sh. Seismic safety – purpose, earthquake resistant structures – means. *Inzhenernie izyskaniya*. 2014. No. 2, pp. 48–53. (In Russian).
 17. Nazarov Yu.P., Ojzerman V.I. The 3-models method for earthquake resistance estimation of structures under seismic loads. *Stroitel'naja mehanika i raschjot sooruzheniy*. 2007. No. 6, pp. 6–8. (In Russian).

18. Грюнталь Г. Европейская макросейсмическая шкала EMS-98 / Пер. с англ. А.Я. Сидорина, В.И. Уломова // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2008. Т. 35. № 3. С. 58–76.
19. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. М.: ЦНИИПромзданий. 2001. 53 с.
20. Соснин А.В. Об особенностях методологии нелинейного статического анализа и его согласованности с базовой нормативной методикой расчета зданий и сооружений на действие сейсмических сил // *Вестник ЮУрГУ: Серия «Строительство и архитектура»*. 2016. Т. 16. № 1. С. 12–19. DOI: 10.14529/build160102.
21. Соснин А.В. К вопросу учета диссипативных свойств многэтажных железобетонных каркасных зданий массового строительства при оценке их сейсмостойкости // *Современная наука и инновации*. 2017. № 1.
22. Mitchell D., Tremblay R., Karacabeyli E., Paultre P., Saatcioglu M., Anderson D.L. Seismic force modification factors for the proposed 2005 edition of the national building code of Canada // *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2003. No. 30, pp. 308–327. DOI: 10.1139/L02-111.
23. Соснин А.В. Применение метода нелинейного статического анализа в оценке влияния сдвиговой несущей способности диафрагм жесткости на сейсмостойкость многэтажного железобетонного рамно-связевого каркаса (в среде SAP2000). *Ежегодные международные академические чтения Российской академии архитектуры и строительных наук «Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения»*. 19–20 ноября 2015. Курск. С. 204–219.
24. Джинчвелашвили Г.А., Мкртычев О.В., Соснин А.В. Анализ основных положений СП 14.13330.2011 «СНиП II-7–81*. Строительство в сейсмических районах» // *Сборник трудов семинара «О возможных принципиальных ошибках в нормах проектирования, приводящих к дефициту сейсмостойкости сооружений в 1–2 балла»*. 15 сентября 2011. Москва. 2011. С. 19–27.
25. Мамаева Г.В. Динамические характеристики каркасных зданий // *Строительная механика и расчет сооружений*. 1988. № 5. С. 46–51.
26. Goel R.K., Chopra A.K. Period formulas for moment-resisting frame buildings // *Journal of Structural Engineering*. 1997. Vol. 123. Iss. 11, pp. 1454–1461.
27. Джинчвелашвили Г.А., Кофф Г.Л., Колесников А.В., Соснин А.В. Инженерно-сейсмическое обследование жилых домов в пгт. Ноглики Сахалинской области: Научно-технический отчет. М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко; ОАО «НИЦ «Строительство», 2009. 54 с.
28. Newmark N.M., Hall W.J. Earthquake spectra and design. Berkeley, California: Earthquake Engineering Research Institute. 1982. 103 p.
29. Lai S.-P., Biggs J.M. Inelastic response spectra for aseismic building design // *Journal of Structural Engineering*. 1980. Vol. 106. No. ST6.
30. Nassar A.A., Krawinkler H. Seismic Demands for SDoF and MDoF Systems: Report No.95, The John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford University California, 1991.
31. Симборт Э.Х.С. Методика выбора коэффициента редукации сейсмических нагрузок K_1 при заданном уровне коэффициента пластичности // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. № 1. С. 44–52.
18. Gryuntal G. European Macro seismic Scale EMS-98: Trans. by A.Ya. Sidorin, V.I. Ulomov. *Voprosy inzhenernoy seysmologii*. 2008. No. Vol. 35. No. 3, pp. 58–76. (In Russian).
19. Rekomendacii po ocenke nadjozhnosti stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij po vneshnim priznakam [Guidelines for constructions reliability evaluation of buildings and structures by external parameters]. Moscow: Central Research Institute of Plant Buildings and Constructions. 2001. 53 p.
20. Sosnin A.V. About Pushover Analysis features and it coherence with the standard calculation procedure (CSM) of building and structures under seismic loads. *Vestnik JuUrGU. Serija «Stroitel'stvo i arhitektura»*. 2016. No. 1, pp. 12–19. DOI: 10.14529/build160102. (In Russian).
21. Sosnin A.V. About dissipation properties of multi-story RC LSC frame buildings during their earthquake-resistance estimation. *Sovremennaya nauka i innovacii*. 2017. No. 1. (In Russian).
22. Mitchell D., Tremblay R., Karacabeyli E., Paultre P., Saatcioglu M., Anderson D.L. Seismic force modification factors for the proposed 2005 edition of the national building code of Canada. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2003. No. 30, pp. 308–327. DOI:10.1139/L02-111.
23. Sosnin A.V. Using pushover analysis for estimation of shear capacity influencing of rigid walls on seismic resistance of multi-storey RC braced-frame system (with software SAP2000). *Annual international academic readings of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences «Building Fund Safety Russia. Problems and Solutions»*. November 19–20, 2015. Kursk: KSU Publ. 2015, pp. 204–219. (In Russian).
24. Dzhinchvelashvili G.A., Mkrtychev O.V., Sosnin A.V. General provisions analysis of the seismic building design code SP 14.13330.2011 «SNiP II-7–81*. Construction in Seismic Areas». *Proceedings of the seminar «About possible mistakes in Russian seismic building design codes resulting to seismic-resistance shortage with 1–2 points at the MSK-64 scale seismicity»*. September 15, 2011. Moscow, pp. 19–27. (In Russian).
25. Mamaeva G.V. Dynamic parameters of frame buildings. *Stroitel'naja mehanika i raschjot sooruzhenij*. 1988. No. 5, pp. 46–51. (In Russian).
26. Goel R.K., Chopra A.K. Period formulas for moment-resisting frame buildings. *Journal of Structural Engineering*. 1997. Vol. 123. Iss. 11, pp. 1454–1461.
27. Dzhinchvelashvili G.A., Koff G.L., Kolesnikov A.V., Sosnin A.V. Engineering seismic survey of houses in the village Nogliki Sakhalin Region: Scientific and Technical Report. Moscow: Kucherenko Structural Constructions Central Research Institute. 2009. 54 p.
28. Newmark N.M., Hall W.J. Earthquake spectra and design. Berkeley, California: Earthquake Engineering Research Institute. 1982. 103 p.
29. Lai S.-P., Biggs J.M. Inelastic response spectra for aseismic building design. *Journal of Structural Engineering*. 1980. Vol. 106. No. ST6.
30. Nassar A.A., Krawinkler H. Seismic Demands for SDoF and MDoF Systems: Report No.95, The John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford University California, 1991.
31. Simbort E. A Selecting procedure of seismic-force-reduction factor k_1 at given ductility factor level. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal*. 2012. No. 1, pp. 44–52. (In Russian).



МИНСТРОЙ
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ
ФОНД ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ А. РОЗЕНФЕЛЬДА

**4-6 июля 2017 года состоится Международная научная конференция
VIII Академические чтения, посвященные памяти академика РААСН Осипова Г.Л.,
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.
НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ и ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

НА КОНФЕРЕНЦИИ ПЛАНИРУЕТСЯ РАБОТА ПО СЛЕДУЮЩИМ НАПРАВЛЕНИЯМ:

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

В рамках конференции будет проводиться **КОНКУРС**, на котором молодые ученые, аспиранты и студенты смогут представить свои проекты и разработки:

1. На лучший дипломный проект, включающий раздел "Строительная физика";
2. На лучшую работу по направлению "Строительная и архитектурная акустика";
3. На лучший доклад в рамках научной школы для молодежи "Строительная физика, энергосбережение и экологическая безопасность".

Победителям вручается премия имени академика РААСН Г.Л. Осипова.

4. На лучшее решение задачи в области энергоэффективности и энергосбережения.

Победителям вручается премия имени лауреата международной энергетической премии «Глобальная энергия» 2011 года - Артура Розенфельда.

5. На самое оригинальное и талантливое решение акустической задачи. **Призы от Генерального спонсора конференции - компании "Brüel & Kjaer" (Дания).**

6. За оригинальный подход к решению задачи энергосбережения в зданиях.

Призы от Генерального спонсора конференции - компании "Сен-Гобен Строительная Продукция Рус".

7. **Специальный приз Ассоциации производителей керамических стеновых материалов.**

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

Для участия в конкурсе необходимо в срок **до 01 июня 2017 года** отправить материалы по адресу org.com@list.ru с пометкой «Участие в конкурсе».

На конференцию принимаются **СТАТЬИ** участников, которые будут опубликованы в ведущих рецензируемых журналах и сборнике статей.

Материалы для публикации, оформленные в соответствии с требованиями, принимаются строго **до 14 апреля 2017 года** и должны быть отправлены по адресу org.com@list.ru с пометкой «Для публикации».

Для участия в конференции необходимо в срок **до 01 июня 2017 года** отправить **ЗАЯВКУ** на участие по адресу org.com@list.ru или факсу **+7(495) 482-40-60**.

БОЛЕЕ ПОДРОБНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О КОНФЕРЕНЦИИ И ФОРМУ ЗАЯВКИ МОЖНО ПОСМОТРЕТЬ НА САЙТЕ www.niisf.ru

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Тел.: +7 (499) 488-70-05 Факс: +7 (495) 482-40-60

E-mail: org.com@list.ru Сайт: www.niisf.ru

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

Как подготовить к публикации научно-техническую статью

Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 3-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

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

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

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автором требованиям к содержанию научной статьи.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

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

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

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

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

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

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

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

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

ВНИМАНИЕ! С 1 января 2014 г. изменены требования к оформлению статей. Обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам!»

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

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

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

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

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



SOFiSTiK

Интегрированный
ПК МКЭ анализа
конструкций зданий,
мостов, тоннелей
и решения задач
геотехники.

Полная локализация
и адаптация
в соответствии
с нормами РФ и Eurocode.

100% BIM-решение,
полная интеграция
с Revit!

III отраслевая международная конференция SOFiSTiK

Опыт расчета строительных конструкций и геотехнических обоснований в технологии BIM

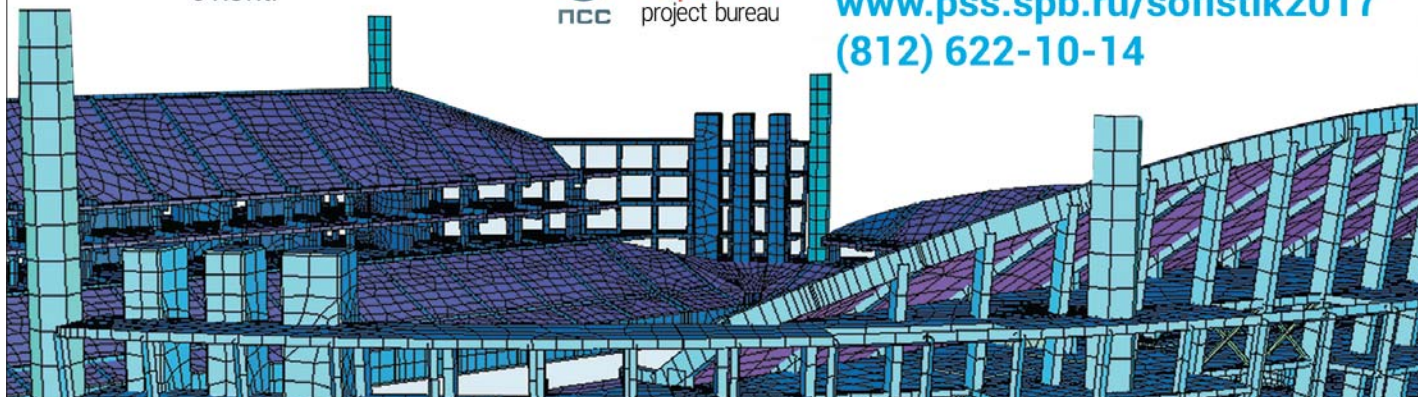
2 марта 2017 / Москва, Holiday Inn Sokolniki

СПИКЕРЫ ARUP (Германия-Россия), SOFiSTiK AG (Германия),
CALTER Ingenieria (Испания), ViMOTiON (Германия),
Инфорспроект (Россия), СтальПроект (Россия),
АПЕКС (Россия), СПбГПУ (Россия), ПСС (Россия)



Подробности и регистрация

www.pss.spb.ru/sofistik2017
(812) 622-10-14



ETABS®

Идеальный инструмент для расчета
зданий от разработчиков SAP2000

Самое высокое здание в мире небоскреб Бурдж Халифа и
многие другие уникальные здания были полностью
рассчитаны в ETABS

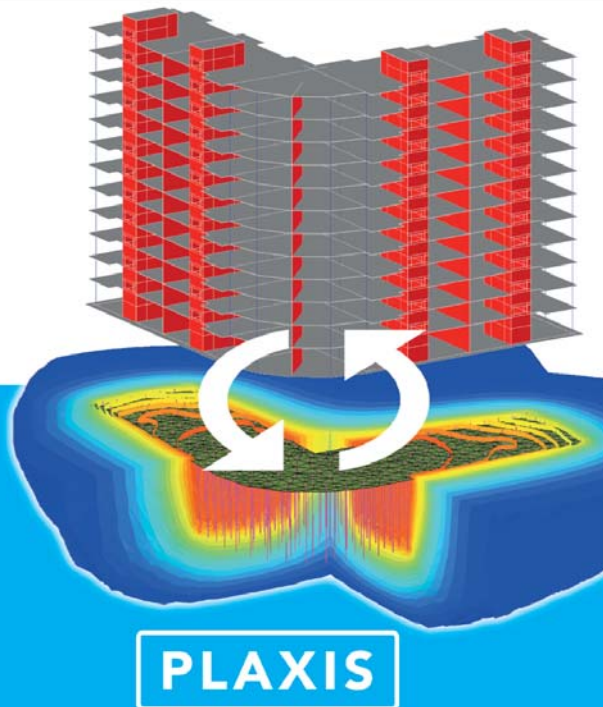
- Двусторонняя связь с Revit и PLAXIS 3D
- Сертифицирован на соответствие нормам РФ

Подробнее на steel-concrete.ru

PLAXIS - Современный инструмент инженера-геотехника

- Расчет НДС оснований на всех стадиях жизненного цикла сооружений от отрывки котлована до сноса
- Двусторонняя связь со SCAD, ЛИРА 10.6, Autodesk Robot ETABS и SAP2000
- Сертифицирован на соответствие нормам РФ

Подробнее на plaxis.ru



PLAXIS

ETABS + PLAXIS 3D - Минимизируйте трудозатраты!

Оба расчётных комплекса могут работать как в связке, так и отдельно друг от друга.

НИП-ИНФОРМАТИКА

Тел. +7 (812) 321-00-55

Офис. Санкт-Петербург, ул. Фучика, 4К

E-mail: info@nipinform.ru

Web: www.nipinform.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНО-ИНТЕРЬЕРНАЯ ВЫСТАВКА

BATIMAT®

RUSSIA

Архитектура. Строительство. Дизайн. Интерьер

2017
28-31 марта

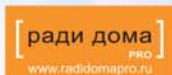
МВЦ «Крокус Экспо»
г. Москва



ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



ГЛАВНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР:



Реклама

+7 (495) 961 22 62

www.batimat-rus.com