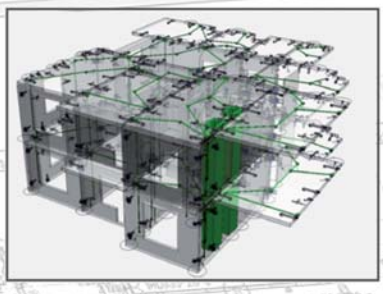
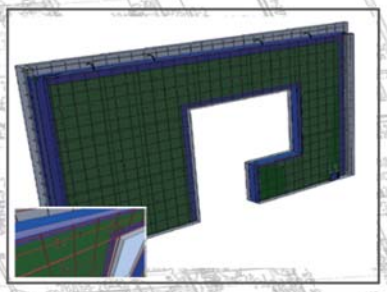
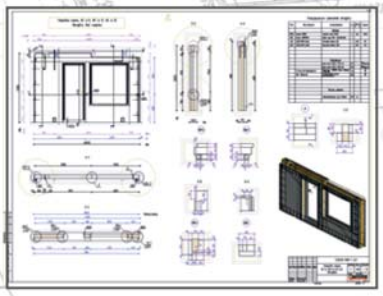
ISSN 0044-4472
3'2017

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал **www.rifsm.ru** издается с 1958 г.







НУЖНА ЛИ ГИБКОСТЬ
ПРОЕКТИРОВАНИЮ СБОРНЫХ ЗДАНИЙ,
ИЛИ ДАЛЕКО ЛИ МЫ ОТ ЗАПАДА

ALLPLAN – BIM MADE IN GERMANY

Мнение пользователей ALLPLAN PRECAST

"Все наши сборные здания возводятся не по типовым, а по индивидуальным проектам" - «Группа ЛСР»/С.- Петербург, Москва, Екатеринбург

"Москва и Московская область требуют уникальности внешнего вида и планировочных решений панельных зданий.
Маркетинг через привлекательность наших зданий для повышения объемов продаж также напрямую влияет на наше решение проектирования, а не тиражирования наших сборных объектов" - ГК «МОРТОН»/Москва

"Сбыт типовых серий затруднен. Рынок требует гибкости как производства, так и проектирования. Квартиры в наших сборных зданиях, проектируемых под рынок, лучше продаются"- Бетотек / Челябинск

PRECAST | SOFTWARE engineering
A NEMETSCHEK COMPANY

Allplan Precast
BIM технологии для заводов сборных конструкций

- От архитектурного плана или даже идеи - к комплекту индивидуальных изделий, с автоматическим получением рабочих чертежей
- Включая подготовку производства, управление машинами, логистику и учет
- При необходимости - проектирование всех разделов одновременно по СНиП и ГОСТ
- Мобильные и облачные решения
- Экспертная система контроля BIM-моделей

Думать в новых измерениях

Precast Software Engineering GmbH
www.precast-software.com

Генеральный партнер в СНГ:
Allbau Software GmbH

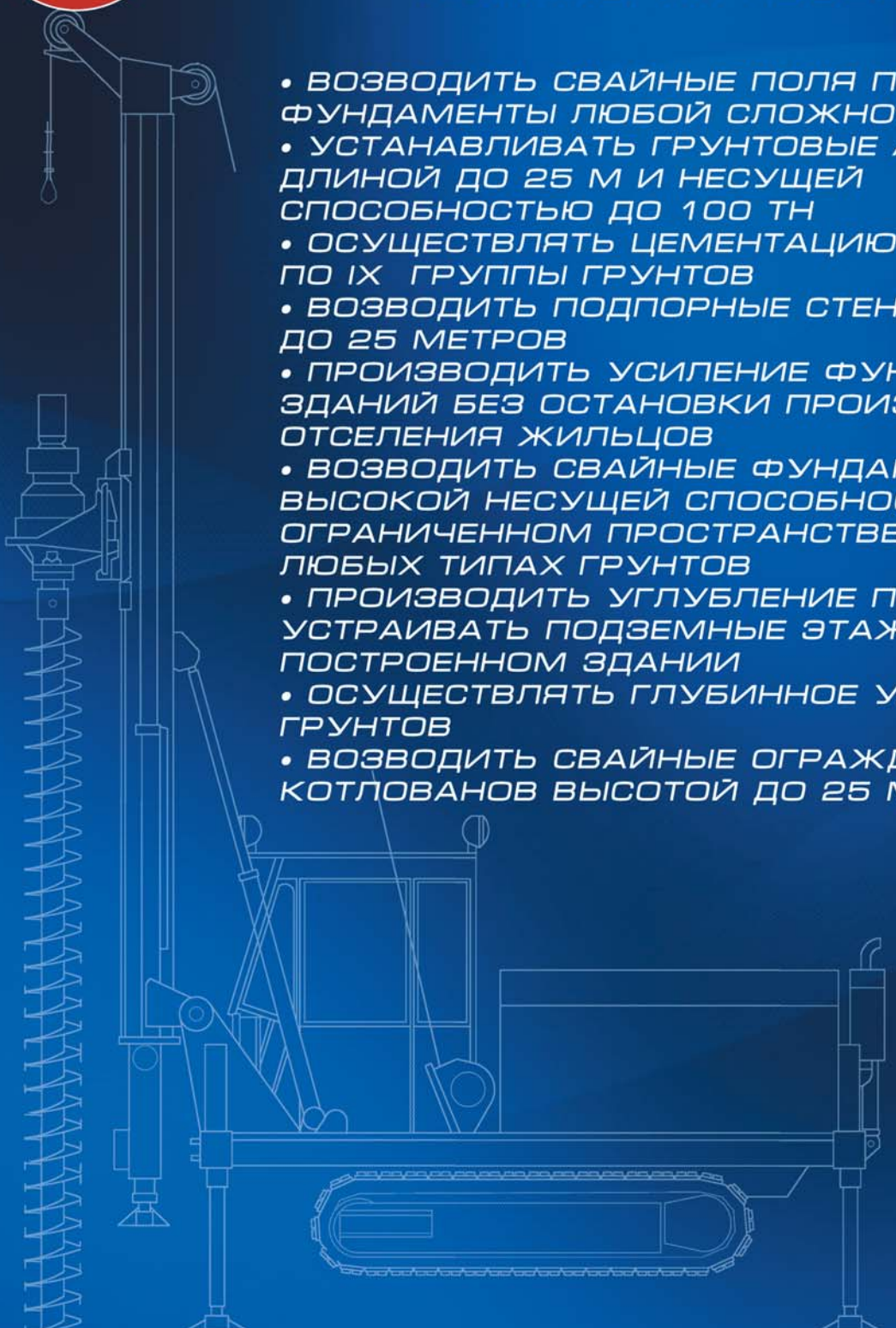
Список офисов и партнеров в СНГ:
www.allbau-software.de
Берлин / Москва / Киев / Минск / Астана

ALLBAU software

ФОРСТ

ОСУЩЕСТВЕЛНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЗВОЛЯЕТ:

- ВОЗВОДИТЬ СВАЙНЫЕ ПОЛЯ ПОД ФУНДАМЕНТЫ ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ
- УСТАНАВЛИВАТЬ ГРУНТОВЫЕ АНКЕРА ДЛИНОЙ ДО 25 М И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ ДО 100 ТН
- ОСУЩЕСТВЛЯТЬ ЦЕМЕНТАЦИЮ ГРУНТОВ С I ПО IX ГРУППЫ ГРУНТОВ
- ВОЗВОДИТЬ ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ ВЫСОТОЙ ДО 25 МЕТРОВ
- ПРОИЗВОДИТЬ УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ БЕЗ ОСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И ОТСЕЛЕНИЯ ЖИЛЬЦОВ
- ВОЗВОДИТЬ СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ С ВЫСОКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ И НА ЛЮБЫХ ТИПАХ ГРУНТОВ
- ПРОИЗВОДИТЬ УГЛУБЛЕНИЕ ПОДВАЛА ИЛИ УСТРАИВАТЬ ПОДЗЕМНЫЕ ЭТАЖИ В УЖЕ ПОСТРОЕННОМ ЗДАНИИ
- ОСУЩЕСТВЛЯТЬ ГЛУБИННОЕ УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВ
- ВОЗВОДИТЬ СВАЙНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНОВ ВЫСОТОЙ ДО 25 М



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА “ФОРСТ”

ЧУВАШСКАЯ РЕСПУБЛИКА Г.ЧЕБОКСАРЫ, УЛ.КАЛИНИНА, Д.109А
ТЕЛ.: +7(8352)63-37-06 ФАКС: +7(8352)28-28-26
E-MAIL: FORSTNPF@MAIL.RU WWW.FORSTNPF.RU

***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.

3'2017

Крупнопанельное домостроение

А.А. МАГАЙ
Перспективная методика проектирования крупнопанельных жилых и общественных зданий . . . 3

К 80-летию Станислава Васильевича Николаева . . . 8

А.Н. КОРШУНОВ
Проектная «Универсальная система крупнопанельного домостроения» в бизнес-цепочке девелопер – проектировщик – завод КПД . . . 11

В.П. БЛАЖКО
Об определении податливости связей при формировании расчетных моделей панельных зданий . . . 17

Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ, С.В. ЩЕРБАКОВ
Трудоемкость сварочных работ в панельном домостроении . . . 22

Tekla Structures: совершенство строительства из сборного железобетона *(Информация)* . . . 25

О применении текстурных полиуретановых матриц для производства ЖБИ *(Информация)* . . . 28

О.Д. САМАРИН, К.И. ЛУШИН
Зависимость температуры в зоне примыкания заполнения светопроема к оконному откосу от положения оконного блока . . . 30

В.В. БАКРЫШЕВА
Расчетный анализ работы крупнопанельного здания с учетом неравномерности осадок: методика и пример расчета . . . 34

Р.Ю. ВОДОПЬЯНОВ
Моделирование и расчет крупнопанельных зданий в ПК ЛИРА-САПР 2017 . . . 42

Гибкость производства железобетонных изделий для сборного домостроения и проектирования в Allplan *(Информация)* . . . 49

А.Н. ПЛОТНИКОВ, Н.А. ГАФИЯТУЛИН, П.А. ВАСИЛЬЕВ
Несущая способность наружных стеновых панелей из конструкционного керамзитобетона со стальной и композитной арматурой . . . 52

С.В. СЕРГЕЕВ, Н.С. СОКОЛОВ, Е.Д. ВОРОБЬЕВ
Натурные наблюдения за строительством сборно-монолитного здания с «безригельным» каркасом . . . 58

Н.С. СОКОЛОВ, А.Г. СУЧКОВА, С.Н. СОКОЛОВ, А.Н. СОКОЛОВ
Геотехнические технологии приспособления застраиваемых зданий к условиям старой застройки . . . 62

И.Н. МОШКА
Инжиниринг – инструмент повышения рентабельности . . . 68

С.А. СЫЧЕВ
Индустриальная технология монтажа быстровозводимых трансформируемых зданий в условиях Крайнего Севера . . . 71

О.В. ФОТИН
Внедрение системы РКД «Иркутский каркас» в строительство многоэтажных жилых домов . . . 79

ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» – индивидуальное проектирование в индустриальном домостроении *(Информация)* . . . 82

Новые проекты ФСК «Лидер» *(Информация)* . . . 84

Е.В. СКАЧКОВ
Крупнопанельные дома в Брянске как элементы пространственного равновесия . . . 86

© ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», журнал «Жилищное строительство», 2017

Адрес редакции: Россия, 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3
Тел./факс: (499) 976-22-08, (499) 976-20-36
E-mail: mail@rifsm.ru **http:**//www.rifsm.ru

Founder of the journal
AO «TSNIIEP 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 «TSNIIEP 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 information, the accuracy of the data from the cited literature and for using in articles data which are not open to the public.

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

Reprinting

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

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

ZHILISHCHNOE
STROITEL'STVO

Published since 1958 **3'2017**

Large-panel housing construction

A.A. MAGAY
A Promising Technique for Development of Large-Panel Residential and Public Buildings 3

To the 80th Anniversary of Stanislav Vasilyevich Nikolaev 8

A.N. KORSHUNOV
Design «Universal System of Large-Panel Housing Construction» in Business Chain: Developer – Designer – Large-Panel Prefabrication Plant 11

V.P. BLAZHKO
About Determination of Ductility of Connections When Forming Calculation Models of Panel Buildings 17

L.M. KOLCHEDANTSEV, S.V. SHCHERBAKOV
Laboriousness of Welding Works in Panel House Building 22

Tekla Structures: Perfection of Construction from Pre-Cast Reinforced Concrete *(Information)* 25

Application of Textural Polyurethane Matrixes for Production of Reinforced Concrete Products *(Information)* 28

O.D. SAMARIN, K.I. LUSHIN
Dependence of the Temperature in Bordering on the Glazing to the Window Slope from Window Position 30

V.V. BAKRYSHEVA
Calculation Analysis of Operation of a Large-Panel Building with Due Regard for Unevenness of Settlements: Procedure and Calculation Example 34

R.Yu. VODOPIANOV
Simulation and Computation of Large-Panel Buildings in PC LIRA-SAPR 2017 42

Flexibility of Production of Reinforced Concrete Products for Large-Panel and Frame-Panel Housing Construction and Linkage of Design with Production *(Information)* 49

A.N. PLOTNIKOV, O.N. GAFIYATULIN, P.A. VASILYEV
Bearing Capacity of Exterior Wall Panels Made of Structural Lightweight Keramsit-Concrete from Steel and Composite Reinforcement 52

S.V. SERGEEV, N.S. SOKOLOV, E.D. VOROBIEV
Field Observations over Construction of a Precast-Monolithic Building with «Girderless» Frame. . . . 58

N.S. SOKOLOV, A.G. SUCHKOVA, S.N. SOKOLOV, A.N. SOKOLOV
Geo-Technical Technologies of Adaptation of Buildings under Construction to Conditions of Old Development 62

I.N. MOSHKA
Engineering is an Instrument of Rise in Profitability 68

S.A. SYCHEV
Industrial Technology of Installation of Prefabricated Transformable Buildings in the Far North 71

O.V. FOTIN
Introduction of the RKD «Irkutsk Frame» System in Construction of Multistory Residential Buildings 79

OOO «AKB «POLISPROEKT» – Individual Design in Industrial House Building *(Information)* 82

New Projects of FCC «Lider» *(Information)* 84

E.V. SKACHKOV
Large-Panel Houses in Bryansk as Elements of Color and Spatial Equilibrium 86

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation
Tel./fax: (499) 976-22-08, 976-20-36
Email: mail@rifsm.ru **http:**//www.rifsm.ru/

УДК 721.012:69.056.52

А.А. МАГАЙ, заслуженный архитектор, директор по научной деятельности (magay_1@mail.ru)
АО «ЦНИИЭП жилища – Институт комплексного проектирования жилых и общественных зданий» (АО «ЦНИИЭП жилища»)
(127434, Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3)

Перспективная методика проектирования крупнопанельных жилых и общественных зданий

Статья посвящена новым перспективным разработкам АО «ЦНИИЭП жилища» в области проектирования каркасно-панельных жилых и общественных зданий. Освещается поэтажно-секционная методика проектирования, обеспечивающая возможность применения свободной, гибкой и вариантной планировки квартир с учетом современных и перспективных социально-экономических требований к жилищу.

Ключевые слова: *каркасно-панельные здания, свободная, гибкая и вариантная планировка квартир.*

Для цитирования: Магай А.А. Перспективная методика проектирования крупнопанельных жилых и общественных зданий // *Жилищное строительство.* 2017. № 3. С. 3–7.

A.A. MAGAY, Honored Architect, Director for research (magay_1@mail.ru)
AO «TSNIIEP zhilishcha» – institute for complex design of residential and public buildings» (AO «TSNIIEP zhilishcha»)
(9/3, Dmitrovskoe Highway, Moscow, 127434, Russian Federation)

A Promising Technique for Development of Large-Panel Residential and Public Buildings

The article is devoted to new promising developments of AO «TSNIIEP zhilishcha» in the field of design of frame-panel residential and public buildings. Floor-section design procedure providing the possibility to use a free, flexible and variant layout of flats with due regard for modern and prospective requirement for housing is covered.

Keywords: frame-panel buildings, free, flexible and variant layouts of flats.

For citation: Magay A.A. A Promising technique for development of large-panel residential and public buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 3–7. (In Russian).

Увеличение объемов жилищного строительства – одна из важнейших социально-экономических проблем, стоящих перед государством [1–5]. Интенсификация решения жилищной проблемы возможна только с применением индустриальных методов строительства, одним из которых является крупнопанельное и каркасно-панельное домостроение [6–9].

Во многом объемы строительства зависят от применяемых проектов, которые определяют архитектурные, конструктивные и инженерные решения, их экономичность, рациональность и целесообразность [10–12].

Основным методом проектирования в жилищном строительстве является блок-секционный, обеспечивающий определенную гибкость планировочных решений, учет демографического состава населения конкретного места строительства и некоторые вопросы архитектурно-художественной композиции.

Вместе с тем гибкость планировочных решений [2] при этом методе достигается во многом применением широкого шага несущих конструкций, а получение разных типов квартир, за счет разработки большого количества блок-секций, включающих разные типы квартир (рис. 1); чем разнообразнее демография, тем больше блок-секций, а значит, увеличивается номенклатура изделий, которую сложно было освоить на имеющемся во второй половине XX в. производстве с поддонами, ограниченными жесткими приваренными бортами, и кассетами, имеющими определенную неизменяемую конфигурацию.

Анализ архитектурно-планировочных и конструктивных решений проектов серий первого и второго поколений крупнопанельных жилых домов показал невозможность реконструкций из-за применения «узкого» шага несущих конструкций – 2,6 и 3,2 м, с опиранием плит перекрытий по контуру, низкой звукоизоляцией внутренних стен и перекрытий.

Несмотря на физическую состоятельность таких домов (физический износ домов серий первого и второго поколений составляет 80–100 лет), наступившее моральное старение архитектурных решений привело к сносу большинства таких зданий.

С учетом перспективного развития жилища в настоящее время требуется продуманный подход в первую очередь к конструктивным и архитектурным решениям. На это была направлена одна из последних разработок АО «ЦНИИЭП жилища – института комплексного проектирования жилых и общественных зданий» – архитектурно-градостроительная система панельно-каркасного домостроения (АГ СПКД). Система включает различные архитектурные, конструктивные и инженерно-технические решения жилых и общественных зданий. В основу разработки были положены следующие положения свободной, вариантной и гибкой планировки квартир и блок-секций, составляющих жилые дома; также в систему входят проектные решения зданий инфраструктуры – детские образовательные организации, школы, магазины, поликлиники. Разработка перечисленных проектов позволит комплексно застраивать кварталы, решая градостроительные задачи.

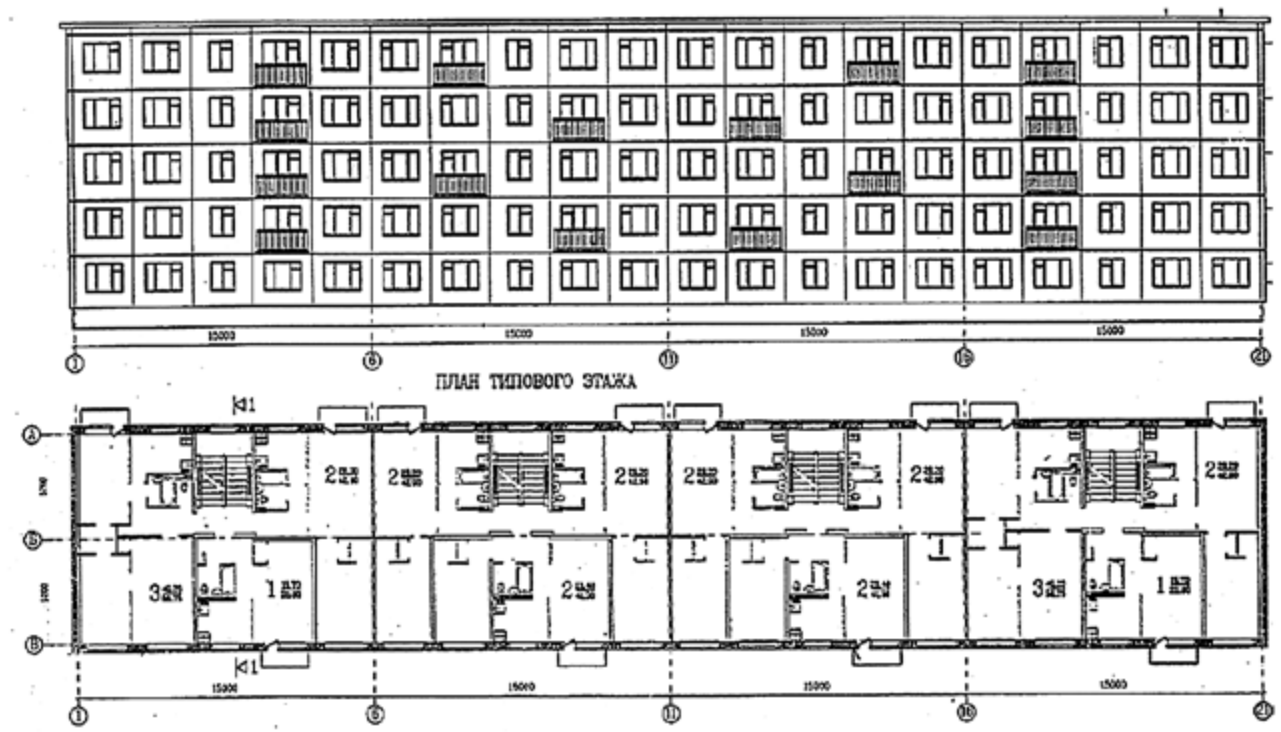


Рис. 1. *Планы блок-секций с разными типами квартир в каждой блок-секции*

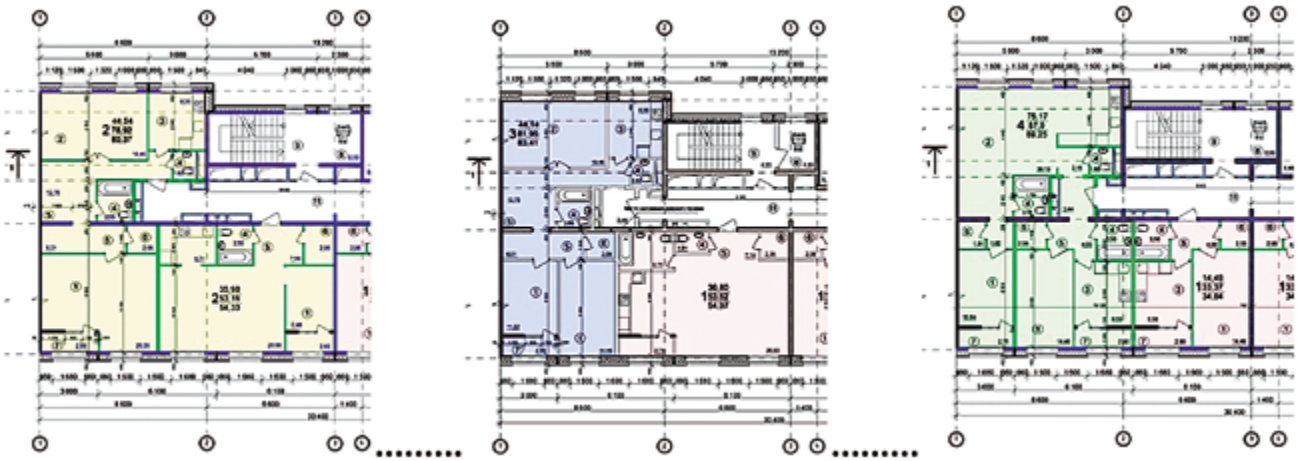


Рис. 2. *Проектная динамическая гибкая планировка квартир с продольными несущими стенами*

Свободная планировка характеризуется использованием функциональных зон в качестве структурного элемента планировочного решения квартиры, которые свободно размещают в жилом пространстве [1–5]. Для создания условий свободной планировки необходимо большое свободное пространство, где возможно размещение различных бытовых зон. В результате образуется большое нерасчлененное пространство зального типа многофункционального использования. Свободная планировка применяется в квартирах в общесемейной части.

Под вариантной планировкой в АГ СПКД принята разработка ряда вариантов планировочных решений одного помещения, квартиры и квартир, этажа или всего дома в одних и тех же конструктивных габаритах.

Вариантная планировка жилых домов и блок-секций обеспечивает возможность проектирования разных типов квартир для максимального удовлетворения потребностей в обеспечении комфортным жилищем семей различного социального положения и половозрастного состава.

Для получения вариантной планировки жилых домов и блок-секций необходима гибкая планировочная структура жилища. Гибкая планировка – это такая архитектурно-конструктивная и инженерно-техническая организация жилища, которая позволяет квартире видоизменяться в зависимости от временного изменения семьи (дети подросли, родители состарились), изменения профессии членов семьи или их интересов и потребностей, приезда родственников или знакомых и т. д.

Гибкая планировка создает возможность как раздельного использования комнат, так и объединения их в одно большое помещение. Суть гибкой планировки — изменяемость в течение часов, суток, месяцев и лет, в зависимости от изменения потребностей семьи. Для гибкой планировки применяют трансформируемые перегородки (границы) и

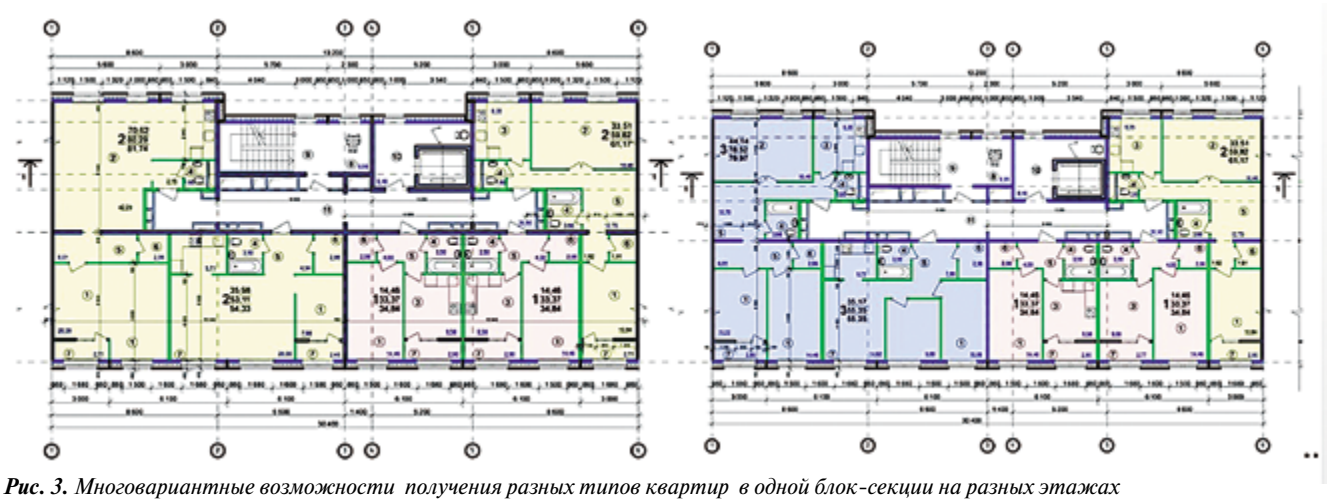


Рис. 3. *Многовариантные возможности получения разных типов квартир в одной блок-секции на разных этажах*

мебель (предметы). Гибкая планировка эффективна в экономичном и комфортабельном жилище.

Гибкость планировки – это возможность получения вариантов объемно-планировочных решений здания при определенной конструктивной схеме. В данной системе под гибкой планировкой подразумевается такая планировка, при которой объемно-планировочная структура (этаж, блок-секция или дом), где размещены квартиры, может меняться, образуя новые типы помещений и квартир, увеличивая площади разных помещений, присоединяться к другим квартирам, получая новую планировочную структуру этажа, блок-секции и здания в целом. Гибкость планировочных решений заключается в возможности на стадии проектирования варьировать набор квартир на типовом этаже без переработки конструктивной схемы, а в процессе эксплуатации выполнять перепланировки с изменением площадей квартир за счет передвижки межквартирных перегородок, осуществлять перепланировки внутри квартир, изменяя площади жилых и подсобных помещений за счет передвижки внутриквартирных перегородок. Размеры площади с гибкой планировочной структурой ограничены, поскольку существуют обязательные нормативно-технические условия, органично связанные с конструкциями и системами инженерно-технической разводки максимально допустимым расстоянием до выходов эвакуации.

В разработке учтены три вида гибкой планировки: проектная, динамическая и потенциальная.

Под проектной гибкой планировкой подразумевают возможность максимально удовлетворить потребности заселяемых семей в зависимости от демографического и половозрастного состава (рис. 2).

Динамическая (эксплуатационная) гибкая планировка предназначена для удовлетворения изменяющихся требований проживающих семей. Изменения производят в процессе эксплуатации дома.

Потенциальная (реконструктивная) гибкая планировка предназначена для удовлетворения изменившихся требований к жилищному фонду. Изменения осуществляют через сравнительно большие промежутки времени, исчисляемые 20–30 годами. Потенциальная гибкость – это возможность периодической реконструкции жилого дома и его обновления и модернизации.

Все три вида гибкой планировки можно в полной мере отнести и к проектируемым блок-секциям с применением широкого шага несущих конструкций. При этом широкий шаг несущих стен обеспечивает уменьшение числа поперечных несущих конструкций, что расширяет гибкость архитектурно-планировочных решений крупнопанельных жилых домов. Множественность вариантов достигается путем деления общей площади этажа на помещения разной площади за счет перемещения сборно-разборных внутриквартирных и межквартирных перегородок, а также организацией в несущих стенах дополнительных проемов, при этом комнаты могут быть расширены и/или присоединены к разным квартирам.

В многоэтажных домах принимается поэтажное зонирование. На первом этаже размещают общественные помещения, на втором этаже и выше – квартиры. Практика жилищного строительства дает два варианта вертикального двухчастного зонирования. В первом случае в общесемейной зоне (дневного пребывания) размещают личное помещение супружеской пары либо взрослого члена семьи (сына или дочери, бабушки), которое непосредственно связано с передней. Во втором случае в личной зоне (ночного пребывания) проектируют общесемейное помещение (игровую, комнату для занятий, библиотеку), образуя вспомогательное планировочное ядро в глубине дома.

В системе рассмотрены возможные варианты функционального зонирования разных типов квартир.

В исходном варианте проектирование квартир происходило из расчета 18 м^2 общей площади на человека, что соответствует нормам предоставления жилья на сегодняшний день. Таким образом, 2-комнатная квартира общей площадью 62,5 м^2 предназначена для проживания трех человек. При этом в квартире имеется всего одна спальня и одна общая комната, которая совмещает функции спальни и гостиной. В квартире нет четкого зонирования на общую и приватную зоны.

При необходимости вышеуказанная квартирография этажа может быть изменена, не затрагивая несущие конструкции благодаря примененной конструктивной схеме с продольными несущими стенами, а именно: вместо 2-комнатной и 1-комнатной квартир можно организовать 3-комнатную квартиру (рис. 3) с высокими потребительскими свойствами, из расчета 30 м^2 общей площади на одного человека. В результате полученная квартира общей площадью 98,4 м^2 также предназначена для проживания трех человек.

При этом в квартире имеются три отдельные комнаты (две спальни, кабинет) и обособленная общая комната (кухня-гостиная 26,2 м^2). В квартире четко прослеживается зонирование на приватную зону и общую (гостевую) зоны.

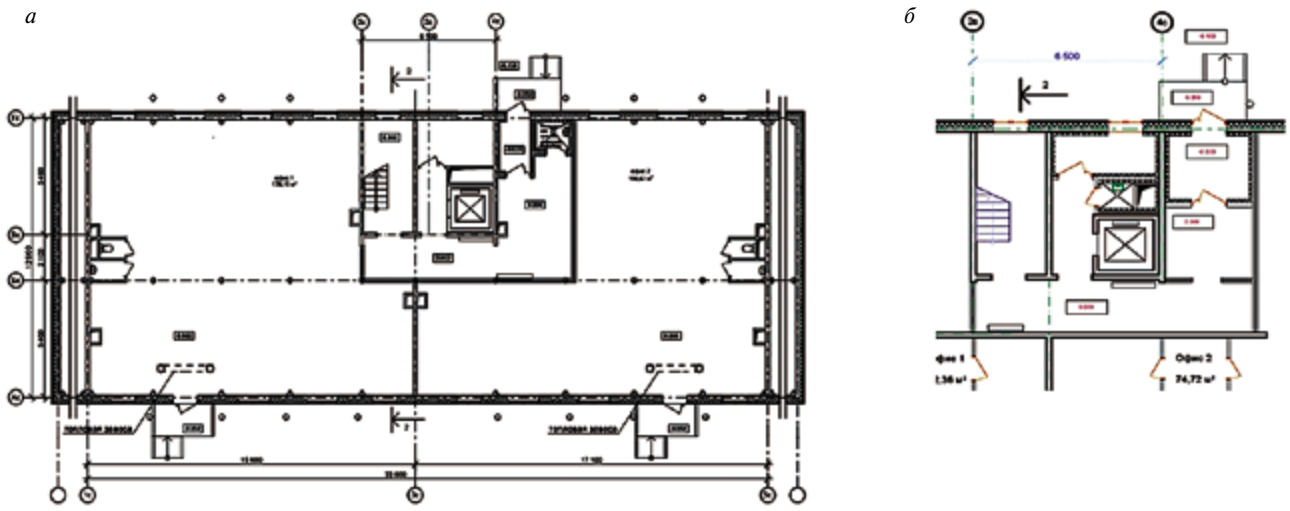


Рис. 4. *Свободная планировка 1-го этажа (а); план входа на 1 этаж практически с уровня земли (б)*

Данный пример наглядно демонстрирует широкие возможности организации квартирного пространства в зависимости от потребностей той или иной категории жильцов.

Планировочные решения первого этажа выполнены в двух вариантах: жилой и нежилой с общественными помещениями без привязки к технологии, имеющими площадь до 150 м^2 (рис. 4, *а*).

Входы в подъезды, на 1-й этаж, общественные помещения и планировка территории разработаны с учетом их доступности для маломобильных групп населения (МГН) в соответствии с СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» (рис. 4, *б*). Специализированные квартиры для проживания инвалидов в домах могут быть предусмотрены на первых этажах.

Положительным планировочным решением, обеспечивающим свободную планировку квартир, стало размещение санузлов квартир преимущественно у стен, примыкающих к внеквартирному коридору, для организации разводки водоснабжения, отопления и канализации в общей шахте блок-секции с возможностью доступа к ним эксплуатирующей организации и контроля расхода воды без входа в квартиры. Такие планировочные решения позволили свободно размещать на разных этажах одной блок-секции различные типы

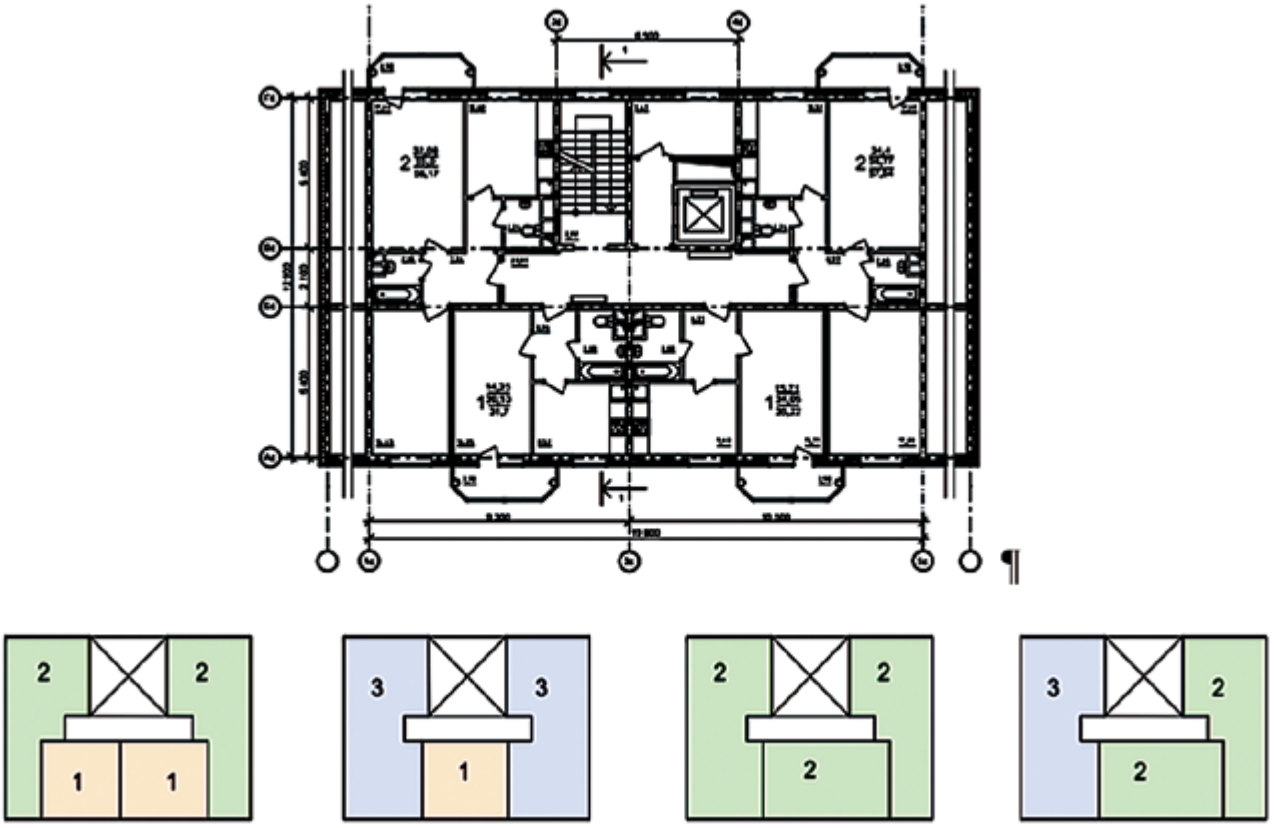


Рис. 5. *Поэтажное размещение разных типов квартир в одной блок-секции*

квартир, что обеспечивает гибкую планировочную структуру, учитывающую практически любой демографический состав населения, и в процессе жизненного цикла здания позволит изменять планировочные решения без нарушения конструктивной системы здания в объеме одной блок-секции с продольными несущими стенами (рис. 5).

Такой прием создаст возможность организовывать большие по площади комнаты, уменьшить количество стен и перегородок, повысить вариантность получения разных типов квартир с различными площадями жилых и подсобных помещений. Это особенно важно при объединении или разделении помещений, когда возникают общие транзитные зоны, когда каждое помещение должно стать автономным и включать необходимую площадь для расстановки мебели, устройства проходов или организации рабочих зон. Например, следует рассмотреть такие планировочные элементы, как жилые комнаты (разделенные перегородками спальни, гостиные, кабинеты и объединяемые в одном большом помещении), кухни, кухни-ниши, кухни-столовые, коридоры, прихожие.

Таким образом, предлагается проектирование свободной поэтажной планировки квартир, т. е. поэтажно-секционный метод проектирования.

Внедрение перспективной поэтажно-секционной методики проектирования обеспечит:

– адресное многовариантное проектирование квартир в соответствии с социально-демографическими потребностями места строительства;

– получение перспективных многовариантных (свободных) планировочных решений поэтажно расположенных квартир;

– гибкую планировочную структуру блок-секций и жилых домов, за счет применения широкого шага несущих конструкций или продольных несущих конструкций.

Список литературы

1. Магай А.А., Дубынин Н.В. Крупнопанельные жилые дома с широким шагом несущих конструкций, обеспечивающих свободную планировку квартир // *Жилищное строительство*. 2016. № 10. С. 21–24.
2. Острецов В.М., Магай А.А., Вознюк А.Б., Горелкин А.Н. Гибкая система панельного домостроения // *Жилищное строительство*. 2011. № 3. С. 8–11.
3. Николаев С.В. Панельные и каркасные здания нового поколения // *Жилищное строительство*. 2013. № 8. С. 2–9.
4. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Этенко В.П. Панельно-каркасное домостроение – новый этап развития КПД // *Жилищное строительство*. 2015. № 2. С. 3–7.
5. Дубынин Н.В. От крупнопанельного домостроения XX в. к системе панельно-каркасного домостроения XXI в. // *Жилищное строительство*. 2015. № 10. С. 12–27.
6. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Линия безопалубочного формования – завод КПД с гибкой технологией // *Строительные материалы*. 2012. № 4. С. 22–29.
7. Мельникова И.Б. Новые средства выразительности многоэтажных многосекционных жилых зданий // *Научное обозрение*. 2015. № 20. С. 86–89.
8. Баранова Л.Н. Развитие индустриального домостроения и промышленности строительных материалов в различных регионах России // *Вестник Российской академии естественных наук*. 2013. № 3. С. 61–63.
9. Усманов Ш.И. Формирование экономической стратегии развития индустриального домостроения в России // *Политика, государство и право*. 2015. № 1 (37). С. 76–79.
10. Антипов Д.Н. Стратегии развития предприятий индустриального домостроения // *Проблемы современной экономики*. 2012. № 1. С. 267–270. № 10 (87). С. 24–27.
11. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Хаютин Ю.Г. Инновационные системы каркасно-панельного домостроения // *Жилищное строительство*. 2014. № 5. С. 3–5.
12. Юмашева Е.И., Сапачева Л.В. Домостроительная индустрия и социальный заказ времени // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 3–11.

References

1. Magay A.A., Dubynin N.V. Large-Panel Residential Buildings with a Broad Step of Bearing Structures, Ensuring the Free Layout of Apartments From large-panel housing construction of XX to system of panel and frame housing construction XXI. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 21–24. (In Russian).
2. Ostretsov V.M., Magay A.A., Voznyuk A.B. , Gorelkin A.N. Flexible System of Panel Housing Construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 8, pp. 8–11. (In Russian).
3. Nikolaev S.V. Panel and Frame Buildings of New Generation. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 8, pp. 2–9. (In Russian).
4. Nikolaev S.V., Shreiber A.K., Etenko V.P. Panel and frame housing construction – a new stage of development of efficiency. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 2, pp. 3–7. (In Russian).
5. Dubynin N.V. From large-panel housing construction of XX to system of panel and frame housing construction XXI. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 10, pp. 12–27. (In Russian).
6. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. The line of bezopalubochny formation – efficiency plant with flexible technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 4, pp. 22–26. (In Russian).
7. Melnikova I.B. New means of expressiveness of multystoried multisection residential buildings. *Nauchnoe obozrenie*. 2015. No. 20, pp. 86–89. (In Russian).
8. Baranova L.N. Development of industrial housing construction and the industry of construction materials in various regions of Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk*. 2013. No. 3, pp. 61–63. (In Russian).
9. Usmanov Sh.I. Formation of economic strategy of development of industrial housing construction in Russia. *Politika, gosudarstvo i pravo*. 2015. No. 1 (37), pp. 76–79. (In Russian).
10. Antipov D.N. Strategy of development of the enterprises of industrial housing construction. Problemy sovremennoi ekonomiki. 2012. No. 1, pp. 267–270. (In Russian).
11. Nikolaev S.V., Shreiber A.K., Khayutin Yu.G. Innovative systems of frame and panel housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 3–5. (In Russian).
12. Yumasheva E.I., Sapacheva L.V. House-building industry and social order of time. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2014. No. 10, pp. 3–11. (In Russian).

К 80-летию Станислава Васильевича Николаева,

доктора технических наук, профессора, заслуженного строителя России, действительного члена Академии жилищно-коммунального хозяйства, члена Международной академии архитектуры, научного руководителя ЦНИИЭП жилища

Выбор профессии будущего известного ученого был прагматичен: в семье считали, что профессия строителя перспективна, так как послевоенное строительство в стране шло полным ходом. В 1955 г. С.В. Николаев поступил на факультет механизации строительства МИСИ им. В.В. Куйбышева, по окончании которого в 1960 г., как практически все выпускники того времени, был направлен работать на производство – Ростокинский завод железобетонных изделий Главмосстроя (ныне ДСК–1). Всего четыре года потребовалось молодому специалисту, чтобы стать руководителем конструкторского бюро завода.

Там и приметил талантливого инженера Роберт Владимирович Крюков, тогдашний руководитель технического отдела ЦНИИЭП жилища, и «переманил, соблазнив перспективой защиты диссертации». Новый двадцатисемилетний главный инженер виртуозно владел математическими методами анализа и был компетентен в информатике, все больше входивших в практику проектирования и научных исследований.

С тех пор уже более 50 лет жизнь и трудовая деятельность Станислава Васильевича Николаева связана с ЦНИИЭП жилища. В 1969 г. С.В. Николаев защитил кандидатскую диссертацию и возглавил сначала конструкторско-технологическое бюро, а затем отдел организации и управления полносборного домостроения. Обладая прекрасной теоретической подготовкой, блестяще владея методами математического анализа и программированием, опытом работы на одном из лучших домостроительных комбинатов Москвы, при этом будучи скромным и демократичным в общении, Станислав Васильевич снискал глубокое профессиональное уважение коллег. А это было не просто, учитывая, какие «зубры» работали в институте.

Сферой научных интересов С.В. Николаева стало математическое и программное обеспечение разработки проектов сборных зданий, а также технологической оснастки для их изготовления в соответствии с требованиями «гибкой» технологии, обеспечивающей минимум затрат при переходе от выпуска домов одной серии к другой, основные принципы которой были сформулированы Р.В. Крюковым еще в начале 1960-х гг. Но именно с появлением в институте С.В. Николаева эта теория обрела под собой научную основу.

Со временем это направление расширялось и стало одним из основных в технической политике ЦНИИЭП жилища.

Следует отметить, что Станислав Васильевич не замыкался в теории. Он активно участвовал в научной работе, проектировании и внедрении новых разработок. Все его изобретения внедрены в практику. В 1982 г. С.В. Николаев защитил докторскую диссертацию.

Организационные способности С.В. Николаева в полной мере раскрылись в 1983 г. По межправительственному соглашению между СССР и ГДР в городах Магдбурге и Горьком предполагалось построить жилые микрорайоны с отработкой технологии и организации строительства, а также ряда социальных вопросов. К 1983 г. в Магдебурге домостроительный комбинат уже работал и заканчивалось строительство последней очереди нового микрорайона. А в Горьком в это время все еще не могли достроить домостроительный комбинат… Конечно, начальственный гнев пал на ЦНИИЭП жилища, который проектировал и новый микрорайон «Мещерское озеро», и новый ДСК. При этом во внимание не принималось, что оборудование для нового завода несколько лет изготавливали десятки горьковских оборонных предприятий без достаточного целевого финансирования и в «свободное» от основной работы время. Так было заведено, партия говорила – надо, следовало отвечать – есть.

Задуман Горьковский ДСК был громадным – 400 тыс. м² жилья и 80 тыс. м² соцкультбыта в год, на нем должны были быть реализованы многие технические идеи и изобретения института. На этой стройке в полной мере раскрылись профессиональные и ор-

В ЦНИИЭП жилища вместе работали, вместе отдыхали…

С коллегами в Тольятти, 1985

По разработанным ЦНИИЭП жилищанормам сами проектируем высотные здания

ганизаторские способности С.В Николаева. В течение 1983 г. он с коллегами провел в командировках в Горьком более 160 дней, но 30 декабря 1983 г. госкомиссия подписала акт о приемки завода.

Блестящее завершение строительства завода стало весомым аргументом в пользу С.В. Николаева при назначении его на должность руководителя отделения технологии в марте 1984 г., а затем заместителем директора института по научной работе.

В 1985 г. Станислав Васильевич Николаев был назначен директором института ЦНИИЭП жилища. Более 30 лет руководил он института, который выжил в роковые годы, когда рушилась система, в небытие уходили советские колоссы, менялась шкала материальных и моральных ценностей. Наверное, мы никогда не узнаем, как было трудно в 1990-е годы генеральному директору С.В. Николаеву и первому заместителю генерального директора В.М. Острецову. Но благодаря им и команде, на которую они опирались, институт не просто выжил, он перешел на новый качественный уровень – стал относительно небольшим по сравнению с советским периодом коллективом профессионалов, способным оперативно и креативно решать задачи практически любой степени сложности. На административную смену пришли молодые, выросшие в «школе» института и опирающиеся на опыт старшего поколения, специалисты.

Высвобожденное от административной работы время Станислав Васильевич в качестве научного руководителя института посвящает внедрению в широкую практику строительства системы каркасно-панельного домостроения, ставшей логичным идеологическим и технологическим развитием традиционной системы крупнопанельного домостроения.

За более чем 50 лет работы в институте научно-технические, конструкторские и технологические разработки С.В. Николаева и его коллег были внедрены на заводах сборного железобетона в Москве, Твери, Нижнем Новгороде, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Хабаровске и других городах страны. На протяжении многих лет Станислав Васильевич возглавляет научную школу технологии и организации полносборного и монолитного домостроения, включая высотное строительство. Он автор более 100 печатных работ, в том числе монографии, обладатель 15 авторских свидетельств и патентов. Под его руководством защищен ряд кандидатских и докторских диссертаций. Он возглавляет докторский диссертационный совет.

Ученый и организатор науки С.В. Николаев известен не только в России и странах ближнего зарубежья. Он поддерживает связь с учеными из США, Франции, Дании, Германии и других стран, принимает активное участие в международной научной жизни, выступает с докладами на конференциях и

Со знаменитым испанским архитектором Рикардо Бофилом

симпозиумах. С.В. Николаев тонко чувствует изменения тенденций в градостроительстве, в том числе мегаполисов. Высотные здания становится неотъемлемой частью городской среды, знаковыми архитектурными доминантами. Под руководством С.В. Николаева впервые в мировой практике были разработаны нормы по высотному строительству, ЦНИИЭП жилища стал первым российским институтом – членом Всемирного совета по высотному строительству и городской среде (CTBUH).

Отдельно следует отметить роль С.В. Николаева новом этапе развития отрасли полносборного домостроения в России. Под его руководством ведутся работы на многих домостроительных комбинатах, осуществляющих техническое перевооружение, внедряющих новые серии домов. Станислав Васильевич не только поддержал в 2010 г. идею проведения ежегодной международной научно-практической конференции, посвященной крупнопанельному домостроению, но и стал ее идеологом и активным организатором. I Международная научно-практическая конференция «Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса» (InterConPan), состоявшаяся в Москве в апреле 2011 г., собрала сотни руководителей и ведущих специалистов домостроительных предприятий со всей страны и имела большой резонанс в органах государственной исполнительной власти. В созданном при Минрегионразвитя РФ Координационно-экспертном совете по реализации Стратегии С.В. Николаев руководит рабочей группой «Создание базы проектных решений по жилью эконом-класса и объектов инфраструктуры».

Конференция стала главным форумом руководителей и ведущих специалистов российских домостроительных предприятий, площадкой обмена информацией, обсуждения нового оборудования и технологий. Ежегодно она проводится в разных регионах страны.

Нельзя не отметить исключительную личную роль Станислава Васильевича Николаева в сохранении и выводе на новый качественный и информационный уровень одного из старейших отраслевых научно-технических и производственных журналов «Жилищное строительство».

Как у любого гармонично развитого человека, жизнь Станислава Васильевича не ограничивается работой. За праздничным столом собирается четыре поколения большой семьи. Станислав Васильевич шутит, что не просто так ратует за возможность организации в квартире большой семейной комнаты. Успеть нужно много. Без здоровья и выносливости никуда. В этом деле главные помощник – спорт. Давнее увлечение – большой теннис. Затем увлекся горными лыжами.

Станислав Васильевич Николаев строит смелые планы на будущее, и все, кто его знает, уверенны – он их успешно реализует.

Кто сказал, что горные лыжи — молодежный спорт?

Коллеги, друзья сердечно поздравляют Станислава Васильевича Николаева с юбилеем, желают крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.

УДК 69.056.52

А.Н. КОРШУНОВ, заместитель ген. директора по науке (papadima53@yandex.ru)
АО «Казанский ГИПРОНИИАВИАПРОМ» (420127, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Дементьева, 1)

Проектная «Универсальная система крупнопанельного домостроения» в бизнес-цепочке девелопер – проектировщик – завод КПД

Рассмотрен проектный блок крупнопанельного домостроения и его связь с девелопером и с заводским производством сборных изделий. Предлагается к применению универсальная система крупнопанельного домостроения в узком шаге в качестве базовой системы, как для заводов КПД с гибкой технологией, так и для заводов КПД с жесткой технологией. Система имеет многовариантные планировки квартир с разнообразным сочетанием в базовой конструкции блок-секции, а также модульный принцип проектирования новых блок-секций на базе существующих, механизм перевода базовой блок-секции с узкого шага на широкий шаг в варианте без предварительного преднапряжения. Показано преимущество проектной системы при застройках различных участков с ее использованием. Приведены основные и дополнительные факторы системы, увеличивающие прибыль девелопера.

Ключевые слова: *девелопер, застройка различных земельных участков, прибыль от продажи квартир, универсальная система крупнопанельного домостроения, базовая блок-секция, функция увеличения или уменьшения длины комнат, функция увеличения ширины комнат, свободные планировки, модульный принцип проектирования блок-секций, гибкая заводская технология, уменьшение трудозатрат и объемов проектных работ.*

Для цитирования: Коршунов А.Н. Проектная «Универсальная система крупнопанельного домостроения» в бизнес-цепочке девелопер – проектировщик – завод КПД // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 10–16.

A.N. KORSHUNOV, Deputy General Director for research (papadima53@yandex.ru)
AO «Kazan GIPRONIIAVIAPROM» (1, Dementieva Street, Kazan, 420127, Republic of Tatarstan, Russian Federation)

Design «Universal System of Large-Panel Housing Construction» in Business Chain: Developer – Designer – Large-Panel Prefabrication Plant

A project block of large-panel housing construction and its connection with a developer and factory production of precast units is considered. It is proposed to use the universal system of large-panel housing construction in a narrow step as a base system both for large-panel prefabrication plants with flexible technology and large-panel prefabrication plants with rigid technology. The system has multi-variant layouts of apartments with various combination in the basic design of the block-section as well as a modular principle of design of new block-sections on the basis of the existing ones, a mechanism of conversion of the base block-section from a narrow step to a wide one, in variant without preliminary pre-stressing. An advantage of the project system when developing different areas with its application is shown; main and additional factors of the system which increase the profit of the developer are also shown.

Keywords: developer, development of different land plots, profit from sale of apartments, universal system of large-panel housing construction, base block-section, function of increasing or decreasing the length of rooms, function of increasing the width of rooms, free lay-outs, modular principle of design of block-sections, flexible factory technology, reducing of labor costs and volumes of project works.

For citation: Korshunov A.N. Design «Universal system of large-panel housing construction» in business chain: developer – designer – large-panel prefabrication plant. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 10–16. (In Russian).

В данной статье приведена разработанная институтом АО «Казанский Гипрониавиапром» «Универсальная система крупнопанельного домостроения» (УСКПД) и ее преимущества при разработке проектов застроек различных земельных участков индустриальными жилыми домами с точки зрения девелопера. В нашем случае **девелопер** – это юридическое лицо, которое занимается строительством объектов недвижимости для получения финансовой выгоды.

Почему мы выделяем девелопера в цепочке девелопер – проектировщик – завод КПД? Потому что при внедрении проектной системы сборного панельного домостроения она, безусловно, должна понравиться и быть удобной для проектировщика и технолога завода КПД, но в первую очередь она должна быть полезна девелоперу, который создает конечный продукт – застройку и несет ответственность за ее реализацию [1–8].

Рассмотрим следующую ситуацию. Девелопер получает под жилищную застройку земельный участок. Его задача – в сжатые сроки застроить данный участок и получить максимальную прибыль от продажи квартир.

При этом он должен учитывать ограничения, связанные с различными площадям и конфигурациям участков, с условиями инсоляции на них, с разрешенной этажностью из условий городского зонирования и другие нормативные требования к жилищным застройкам, ценообразование с учетом местоположения и престижности участков.

Данные ограничения вроде бы делают предпочтительным вариантом застройку участка индивидуальными жилыми домами с квартирографией, позволяющей получить

максимальную прибыль. В данном варианте это, как правило, *монолитные или кирпичные жилые дома*. Но их недостатками являются более длительные сроки строительства и относительно дорогая стоимость 1 м^2.

Кроме предыдущего варианта есть еще два конкурентных варианта, это панельные дома в варианте *жестких типовых блок-секций,* у которых низкая стоимость квадратного метра, быстрое строительство, а также минимальное время и стоимость проектных работ, так как проект сводится только к разработкам фундаментов под конкретные геологические условия типового дома. При этом возникают известные всем недостатки типовых серий, когда нет возможности получить оптимальную застройку участка по требуемой для продажи квартирографии, а также однообразные фасадные решения.

Выходом из данной ситуации является применение панельных домов, спроектированных по индивидуальным проектам с требуемой квартирографией, что позволяет осуществить *гибкая заводская технология*. В данном варианте слабым звеном является проектировщик, так как проектирование панельных домов очень трудоемко. Скорость проектирования панельных домов на несколько порядков отстает от скорости их заводского производства, соответственно физически каждый выпускаемый многоэтажный дом не может быть индивидуальным.

Предлагаемая УСКПД устраняет вышеобозначенные недостатки как жесткой, так и гибкой технологии заводского крупнопанельного производства.

Если взять любую уже выпускаемую заводом КПД блок-секцию в узком шаге и откорректировать ее в УСКПД, то можно получить гибкий в планировочном отношении жилой дом на базе жесткой типовой коробки панельного здания из однотипных изделий. Т. е. если проектировщик при застройке различных участков постоянно получает от девелопера новые задания по квартирографии, ему не нужно каждый дом проектировать заново. Проектировщик имеет возможность трансформировать имеющуюся базовую (типовую) блок-секцию в соответствии с заданием на проектирование. При этом значительно сокращается время проектирования, а также упрощаются требования к технологии производства дома, т. е. технология его производства может быть даже жесткой, вплоть до 100% заводского кассетного передела.

Рассмотрим существующее решение застройки одного квартала на площадке «Светлая долина» в Казани. В данной застройке локально была применена одна из функций УСКПД. Ниже показано, какую дополнительную выгоду смог бы получить девелопер, если бы шире и полнее применял в данной застройке УСКПД с привлечением проектировщика, знающего данную систему.

Девелопер имеет: земельный участок под жилищную застройку, собственный завод КПД с жесткой технологией, проект крупнопанельной 17-этажной блок-секции, разработанной АО «Казанский Гипрониавиапром» для повторного применения, с набором квартир на этаже 1-1-2-2-3, которую необходимо было использовать в проекте застройки участка.

На рис. 1 показана окончательная застройка участка, выполненная одним из казанских проектных институтов, который не будучи разработчиком УСКПД, был плохо знаком с данной системой. Участок имеет 37 441 м^2 продажных площадей, в них 170 плохо продающихся трехкомнатных квартир; застройка состоит из восьми блок-секций широтного типа без экономичных блок-секций меридианного типа в результате мы имеем восемь лестнично-лифтовых узлов с дорогостоящими лифтами, системами дымоудаления и подпора воздуха, системами пожарной сигнализации и эвакуации, у которых кроме монтажной стоимости есть еще и эксплуатационные расходы. Кроме того, доля сборного железобетона в данной блок-секции, приходящаяся на лестнично-лифтовой узел, составляет около 13%.

Рис. 1. *Вариант УСКПД с широтными блок-секциями*

Ставим задачу минимум – уменьшить себестоимость застройки за счет уменьшения количества малорентабельных квартир с большой площадью, уменьшения числа лестнично-лифтовых узлов, уменьшения расхода сборного железобетона на 1 м^2; ускорить продажи квартир за счет преобладания в застройке небольших и малогабаритных квартир, за счет привлекательных фасадных решений, наличия свободных от автомобилей дворовых пространств.

Данную задачу можно решать с использованием проектных решений системы УСКПД.

Функция увеличения или уменьшения длины любой комнаты (соответственно площади квартиры) за счет комбинации встроенных или пристроенных лоджий и возможности монтажа наружной панели как в площади комнаты (встроенная лоджия), так и в площади пристроенной лоджии (эркер).

Подробное описание данного проектного приема УСКПД изложено в публикации [9–10].

Из рис. 2 видно, что на монтаже здания при перемещении наружной панели внутрь здания мы имеем возможность получить встроенную лоджию и меньшую площадь комнаты. В этой же ситуации при наличии пристроенной лоджии и при монтаже наружной панели в площади лоджии мы получаем увеличение площади комнаты.

Рис. 2. *Здание до наружного утепления*

При привязке 17-этажного жилого дома № 1 (рис. 1) появилась проблема: в типовой блок-секции с набором квартир 1-1-2-2-3 не инсолировалась одна однокомнатная квартира, соответственно квартирография блок-секций изменялась на плохо продающуюся 2-2-3-3.

Что делает институт, осуществляющий привязку типовой (базовой) блок-секции? Он использует одну из функций УСКПД – функцию увеличения или уменьшения длины любой комнаты. В неинсолируемой квартире, в площади пристроенной к жилой комнате лоджии, вместо нее организуется эркер с дополнительным боковым окном за счет изменения места монтажа наружной панели, что позволяет проинсолировать проблемную однокомнатную квартиру и сохранить требуемую квартирографию. А лоджия в данной квартире монтируется к кухне. Вот так легко и эффективно наше изобретение (одна из функций УСКПД) было внедрено.

Какие преимущества вышеназванной функции в составе УСКПД по жилому дому № 1 дополнительно можно было бы использовать, но они не были использованы проектным институтом, плохо знакомым с УСКПД?

Во-первых, блок-секция привязывалась в момент кризиса, когда у населения упали денежные доходы, упали продажи и стали востребованы квартиры небольших габаритов. Квартиры в базовой блок-секции с квартирографией 1-1-2-2-3 имели соответственно следующие немаленькие площади без учета лоджий: 39,51; 44,12; 58,17; 58,17; 82,69 м² соответственно. За счет простой замены в жилом доме № 1 пристроенных лоджий на встроенные лоджии площади квартир можно было бы уменьшить до 35,36; 39,97; 54,02; 54,02; 74,39 м² во всех квартирах или выборочно только в требуемых. При этом не изменяются габариты заводской оснастки форм и не требуется менять заводскую номенклатуру изделий.

Во-вторых, любую из двух двухкомнатных квартир блок-секции можно было бы перепланировать на востребованные квартиры-студии с их количеством от одной (+1К) до

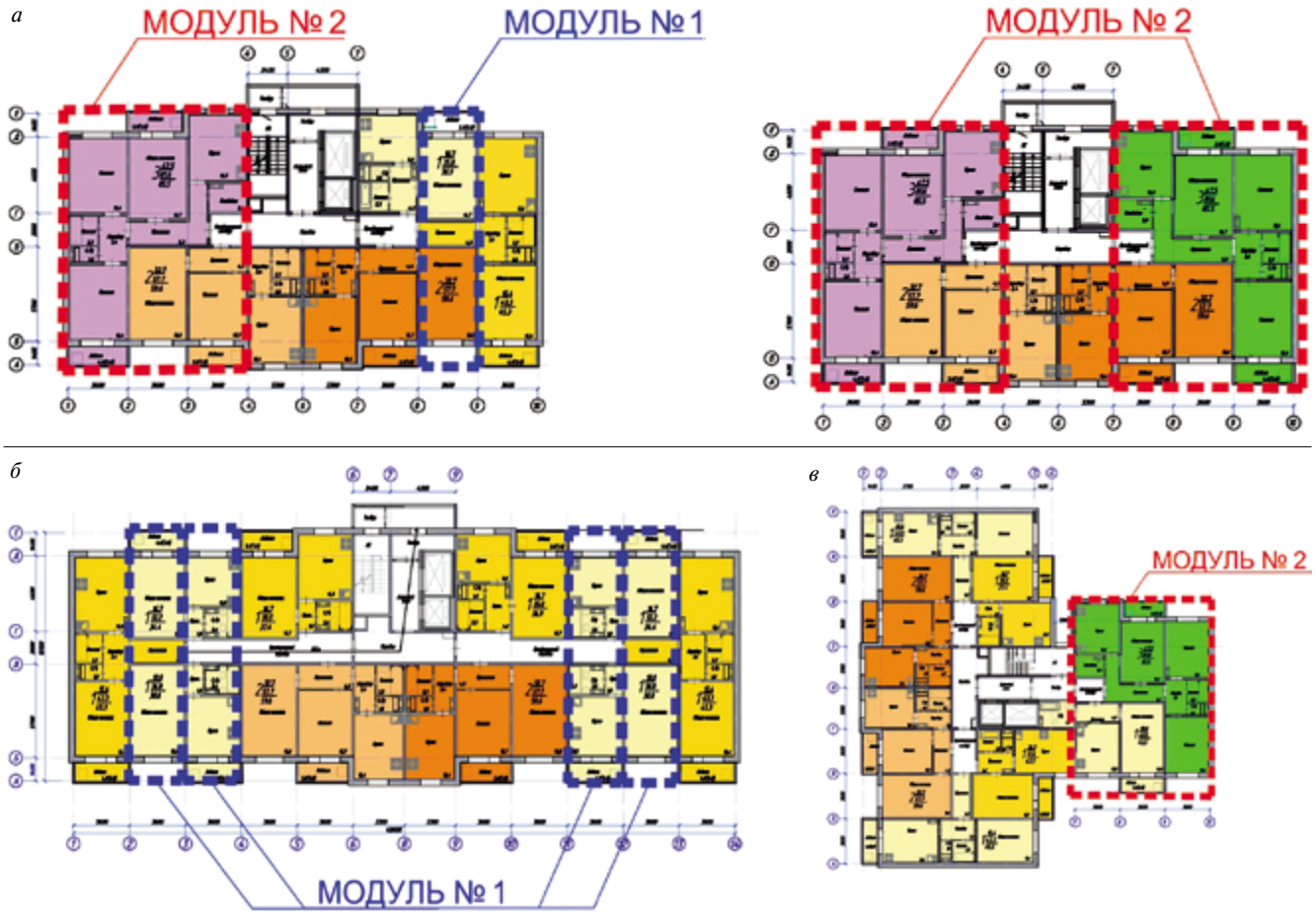


Рис. 3. *Модульный принцип проектирования новых блок-секций: а – существующая блок-секция; б – новая меридианная блок-секция на базе существующей; в – новая угловая блок-секция на основе существующей*

Рис. 4. *Вариант проекта застройки с максимальным использованием проектных решений УСКПД с новыми угловыми блок-секциями*

трех в одной бывшей двухкомнатной квартире. Для этого потребуется только установка пристроенных лоджий к типовой блок-секции в требуемых осях. «Коробка» здания не меняется, номенклатура изделий также не меняется.

Модульный принцип проектирования новых блок-секций. Подробное описание данного проектного приема УСКПД изложено в [9].

Жилой дом № 2 в существующей застройке участка состоит из трех типовых блок-секций, длина которых и количество поперечных пролетов соответствуют широтным блок-секциям. При этом оба продольных фасада здания инсолируются. Соответственно жилой дом № 2 может состоять не из трех широтных блок-секций, а из двух меридианных, а количество лестнично-лифтовых узлов в доме может быть сокращено с трех до двух.

Соответственно в застройке дополнительно необходимы меридианная блок-секция и угловая блок-секция.

На рис. 3 показан модульный принцип проектирования новых блок-секций с использованием проекта и изделий типовой блок-секции.

Меридианную блок-секцию можно получить за счет применения в типовой блок-секции четырех планировочных модулей № 1 из той же блок-секции, что увеличивает площадь квартир на этаже с 275,3 до 410,5 м².

Угловую блок-секцию можно получить за счет применения в типовой блок-секции одного планировочного модуля № 2, что увеличивает площадь квартир на этаже с 275,3 м² типовой блок-секции до 410,5 м² в варианте ее углового решения. За счет наличия трех блокировочных торцов возможны также Т-образные блокировки. Также возможна привязка данной блок-секции как широтной и отдельно стоящей.

В обоих планировочных вариантах время на проектные работы и на технологическое переоснащение заводской оснастки минимальное. Габариты изделий без изменений. Все три типа блок-секций могут последовательно изготавливаться в одной форм-оснастке.

При максимальном применении в данной застройке угловой блок-секции в качестве рядовой площадь продаваемых квартир в застройке может быть увеличена на 40% при сохранении имеющейся конфигурации застройки по рис. 1. Но в связи с тем, что в данной застройке нормативные показатели по генплану (площадь парковок, разрывы с детскими площадками и т. д.) не имеют резерва, площадь продаваемых квартир при корректировке застройки лучше не увеличивать.

На рис. 4 показан вариант проекта застройки с максимальным использованием проектных решений УСКПД, при этом общие площади продаваемых квартир в двух сравниваемых вариантах застроек практически равны. Данная застройка гибче и экономичнее, чем существующая на рис. 1; в ней жилой дом № 2 состоит из двух 19-этажных угловых блок-секций и одной 19-этажной меридианной блок-секции. Приблокированный углом к жилому дому № 2 жилой дом № 1 имеет 14 этажей и состоит из двух базовых широтных и одной угловой блок-секции.

Вариант застройки на рис. 4 имеет площадь продаваемых квартир 37 570 м² (+129 м², разница с вариантом № 1 около 0,3%), при этом количество трудно продающихся трехкомнатных квартир равно 94, что на 45% меньше, чем у аналога на рис. 1, а количество лестнично-лифтовых узлов в застройке равно 6 против 8, что на 25% меньше, чем у аналога. Соответственно минимум 1/4 часть железобетонных изделий широтной блок-секции в данной застройке смонтирована бесплатно, за

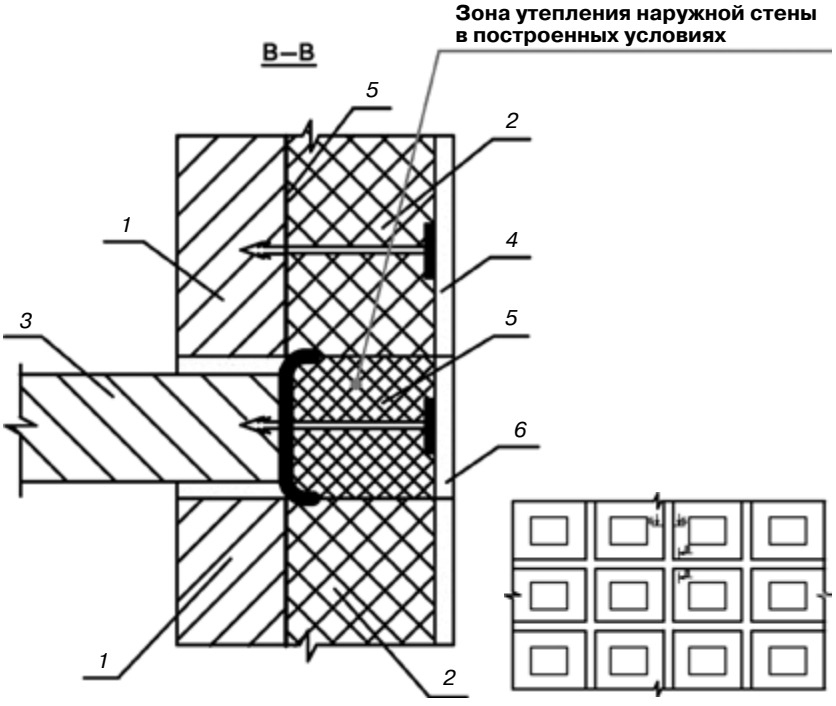


Рис. 5. *Конструкция заводской двухслойной панели*

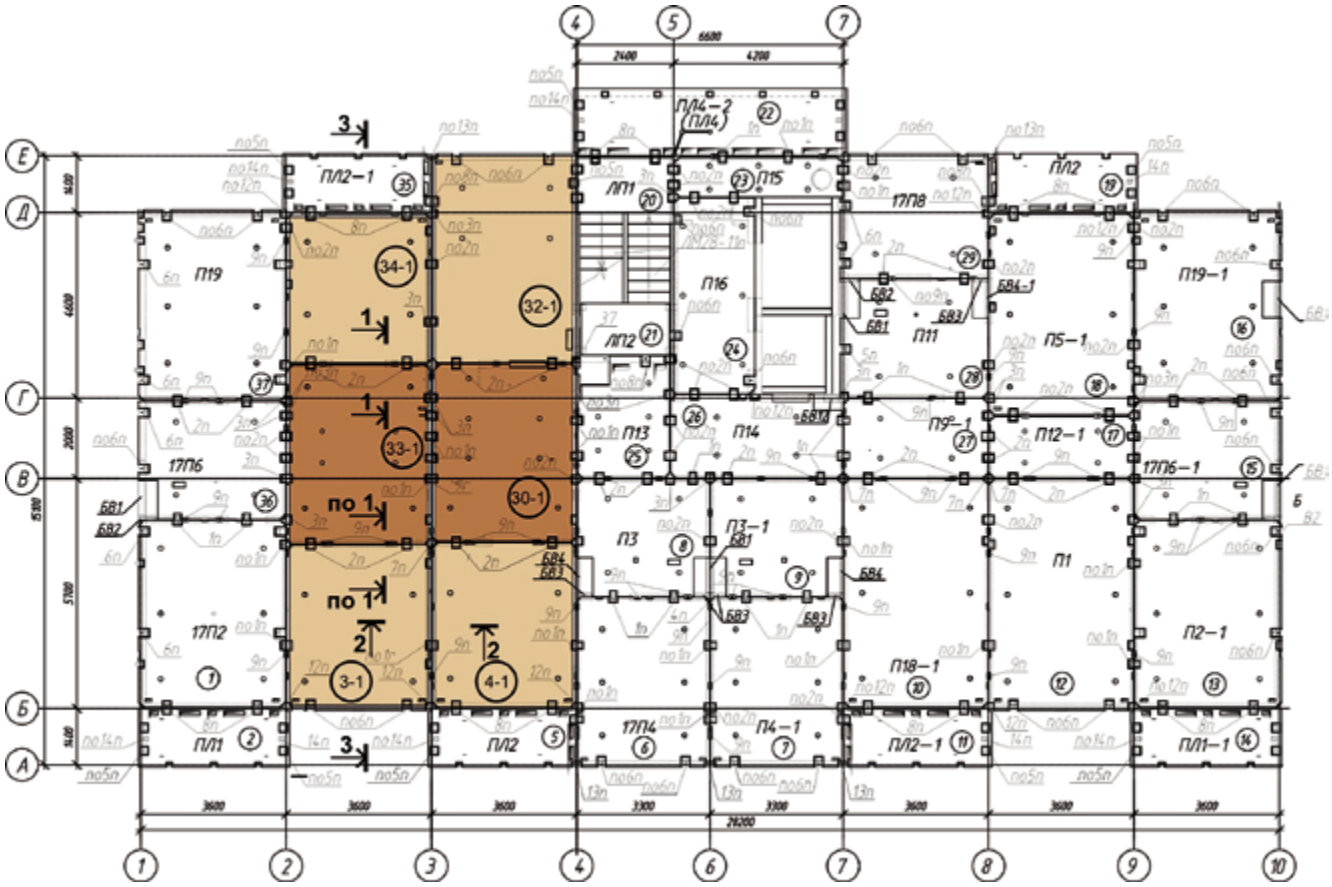


Рис. 6. *Монтажная схема плит перекрытий типовой блок-секции с многопролетными неразрезными сборно-монолитными поперечными перекрытиями в осях 2-3 и 3-4 (широкий шаг)*

счет экономии на уменьшении количества лестнично-лифтовых узлов без учета инженерии. Таким образом, данное решение застройки гораздо эффективнее. Оно показывает преимущество применения УСКПД в большем объеме.

Кроме того, как уже отмечалось, в жилых домах № 1 и 2 дополнительно имеется возможность более 50% квартир перепроектировать в квартиры-студии, в которых стоимость продаваемого квадратного метра обычно выше, чем в полногабаритных квартирах. Также для стимулирования продаж площади квартир выборочно могут быть уменьшены или увеличены за счет комбинации встроенно-пристроенных лоджий.

Застройка участка с применением новых блок-секций по системе УСКПД получилась более компактной, появились новые угловая и меридианная блок-секции и был ликвидирован в застройке двухсекционный 14-этажный жилой дом № 3. На освободившемся месте у девелопера появилась возможность дополнительно возвести или многоуровневую автостоянку, или объекты социально-культурного назначения.

Широкий шаг. Теперь рассмотрим дополнительные возможности для девелопера уменьшить себестоимость жилья, улучшить его качество за счет вариантных объемно-планировочных решений квартир, сделать фасадные решения домов индивидуальными.

Уменьшение себестоимости жилья в УСКПД достигается двумя проектными решениями.

Во-первых, это переход со 100% наружного утепления жилых домов в построечных условиях на заводские двухслойные наружные панели с утеплением в построечных условиях только швов между ними, что уменьшает построечную трудоемкость. Более подробно это решение изложено в публикациях [9, 11].

Во-вторых, уменьшение удельного расхода сборного железобетона на 1 м^2 жилья. Это достигается переходом с узкого шага поперечных несущих стен на широкий, что позволяет уменьшить толщину несущих межкомнатных стен со 160 до 60 мм в варианте самонесущих перегородок. Также широкий шаг позволяет перейти с лоджий на балконы, что упраздняет стены лоджий [10].

Рис. 7. *Архитектурное разнообразие фасадных решений*

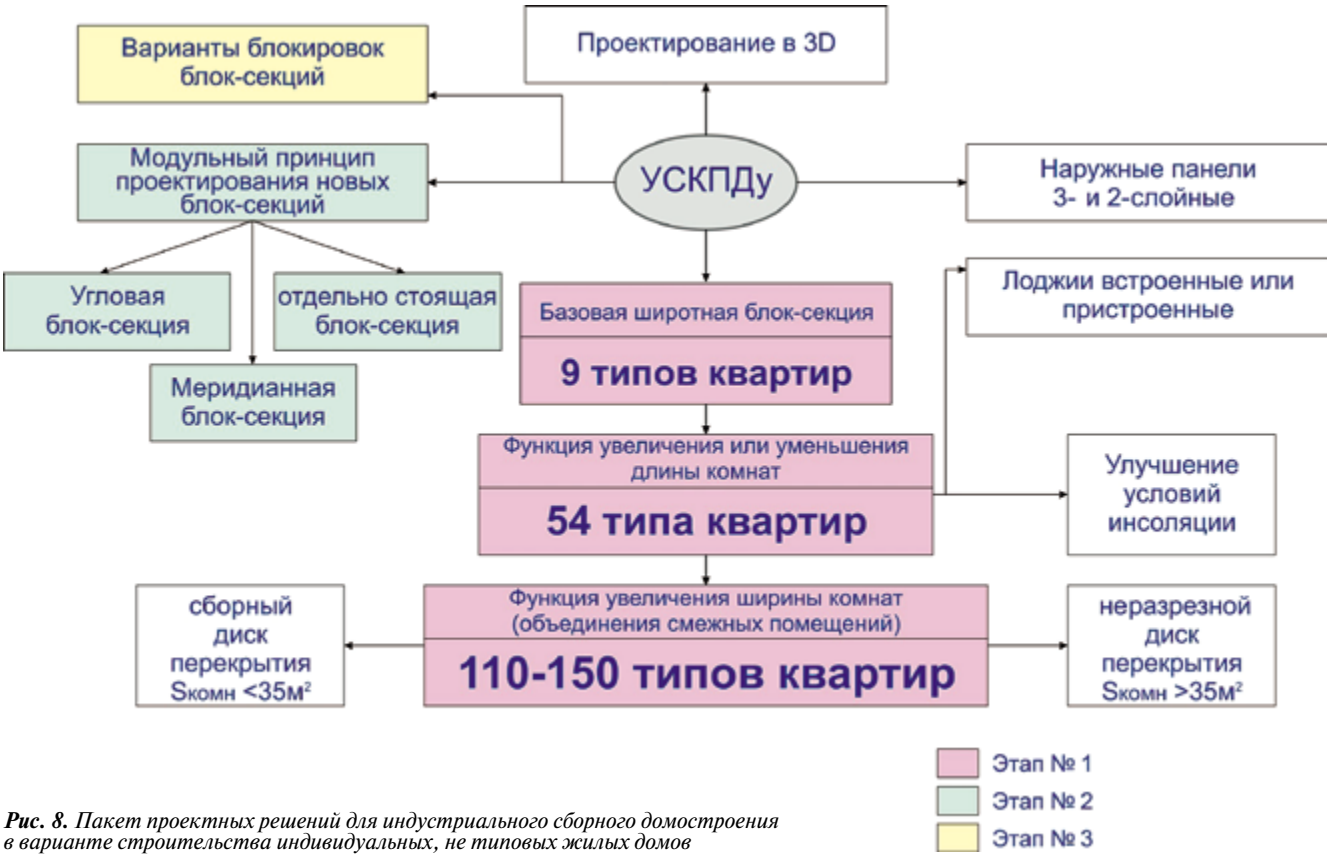


Рис. 8. *Пакет проектных решений для индустриального сборного домостроения в варианте строительства индивидуальных, не типовых жилых домов*

На рис. 5 показана конструкция заводской двухслойной панели с вариантом утепления в построечных условиях только ее стыков [11]. Заводская наружная двухслойная панель *1* имеет утеплитель *2* и слой тонкой штукатурки *4*. После ее монтажа остаются неутепленными ее вертикальные и горизонтальные стыки, которые утепляются в построечных условиях утеплителем *5* и штукатурятся тонкой штукатуркой *6*. Наличие неутепленных стыков шириной от 200 мм позволяет нивелировать неточность монтажа наружных стеновых панелей без перехода с тонкой штукатурки на толстую.

На рис. 6 показана монтажная схема плит перекрытий типовой блок-секции в узком шаге. Плиты перекрытия без преднапряжения оперты по четырем сторонам, а в осях 2–4, где находятся две однокомнатные квартиры, локально убрана из проекта несущая межкомнатная стена по оси 3. В результате в данных квартирах можно получить свободные планировки.

При этом в поперечном направлении здания, в осях 2–4 проектируются два трехпролетных неразрезных перекрытия из типовых сборных плит блок-секции. Ширина каждого трехпролетного перекрытия равна ширине сборных плит. Длина типовых сборных плит изменяется за счет перестановки поперечных бортов форм оснастки. Например, две крайние плиты трехпролетного перекрытия имеют длину меньше длины типовой плиты, а средняя плита имеет длину больше, чем у типовой средней плиты, за счет наличия двусторонних консолей. На данных консолях есть опорные площадки для крайних плит. Опорами для трехпролетного перекрытия являются четыре продольные стены здания и межквартирные поперечные стены. При необходимости иметь балконы крайние плиты перекрытия имеют большую длину, равную длине типовых плит, за счет чего данные плиты образуют консоли с наружной стороны здания, которые могут выполнять функцию балкона. Подробное описание проектного приема изложено в [10]. Завод КПД по данному проектному решению может выпускать блок-секции в широком шаге без приобретения дорогостоящих силовых поддонов. Самым оптимальным решением является наличие конструктивной возможности в одной блок-секции локально применять как широкий шаг, так и узкий шаг в варианте плит с экономичным четырехсторонним опиранием. Например, в предложенной типовой блок-секций четырехстороннее опирание перекрытий необходимо для однокомнатных квартир, расположенных в торцах блок-секций, а также для одной комнаты в трехкомнатных квартирах, для квартир-студий.

Свободные планировки, полученные за счет широкого шага, наряду с экономией железобетона также улучшают качество продаваемого жилья.

Кроме того, свободный шаг позволяет иметь дополнительные приемы по разнообразию фасадных решений. Например, в одной блок-секции можно иметь как балконы, так и лоджии – встроенные или пристроенные, эркеры; вертикальное поэтажное расположение балконов и оконных проемов может быть со сдвигом по высоте здания (рис. 7) за счет возможности изменять этажное расположение внутриквартирных перегородок.

На рис. 8 показана система УСКПД как пакет проектных решений для индустриального домостроения в варианте строительства индивидуальных, нетиповых жилых домов.

Выводы по применению УСКПД:

1. **Девелопер** получает возможность с максимальной рентабельностью в короткие сроки застраивать строитель-

ные участки различных конфигураций за счет постоянной и разнообразной корректировки базовых панельных блок-секций. Он может оперативно корректировать застройки в соответствии с текущим спросом на квартирографию и площади жилья, спросом на качество и стоимость жилья.

2. **Проектировщик** за счет унификации и универсальности проектных решений опережает по срокам корректировки типовых блок-секций сроки их заводского изготовления и монтажа. Может выдавать проектные решения с разнообразными (требуемыми) объемно-планировочными решениями и индивидуальными фасадами в сжатые сроки и в соответствии с техническим заданием от девелопера.
3. **Завод КПД** получает возможность постоянно производить минимальное количество номенклатуры однотипных сборных изделий, из которых проектировщик собирает разнообразные блок-секции, при отсутствии материальных и временных затрат на технологическое переоснащение завода. Завод КПД с жесткой технологией получает возможность производить индивидуальные дома без дорогостоящей модернизации своего оборудования и технологий. Завод КПД с гибкой технологией получает реальную возможность использовать свое преимущество, состоящее в том, что каждый дом будет индивидуальным. В данном случае время проектирования дома и его производства будут равны, проект не будет отставать от производства. Модернизация или строительство новых заводов КПД с использованием УСКПД будут менее затратны.

Список литературы

1. Николаев С.В. Архитектурно-градостроительная система панельно-каркасного домостроения // *Жилищное строительство.* 2016. № 3. С. 15–25.
2. Николаев С.В. Панельные и каркасные здания нового поколения // *Жилищное строительство.* 2013. № 8. С. 2–9.
3. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Линия безопалубочного формования – завод КПД с гибкой технологией // *Строительные материалы.* 2012. № 4. С. 22–29.
4. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н, Шакиров Р.А. Универсальная система крупнопанельного домостроения с многовариантными планировками квартир и их разнообразными сочетаниями в базовой конструкции блок-секции // *Жилищное строительство.* 2012. № 4. С. 13–20.
5. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н., Шакиров Р.А., Гиззатуллин А.Р. Модернизация региональной серии КПД при разработке нового проекта дома // *Жилищное строительство.* 2011. № 3. С. 15–19.
6. Патент РФ 2511327. Крупнопанельное здание / Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Заявл. 20.02.2012. Опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10.
7. Патент РФ 124272. Крупнопанельное здание / Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Заявл. 20.02.2012. Опубл. 20.01.2013. Бюл. № 2.
8. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Улучшение условий инсоляции жилых зданий при застройке строительных площадок // *Жилищное строительство.* 2013. № 3. С. 16–20.
9. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Инновационная система крупнопанельного домостроения в узком шаге // *Жилищное строительство.* 2015. № 5. С. 32–40.
10. Коршунов А.Н. Сочетание в одной крупнопанельной блок-секции узкого и широкого шагов поперечных несущих стен // *Жилищное строительство.* 2016. № 10. С. 6–12.
11. Патент РФ на полезную модель №140512. Конструкция утепления наружных стен крупнопанельного здания / Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Заявл. 25.12.2013. Опубл. 10.05.2014. Бюл. № 13.

References

1. Nikolaev S.V. Architectural-Urban Development System of Panel-Frame Housing Construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 38, pp. 15–25. (In Russian).
2. Nikolaev S.V. Panel and Frame Buildings of New Generation. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 8, pp. 2–9. (In Russian).
3. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. The line of bezopalubochny formation – efficiency plant with flexible technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 4, pp. 22–26. (In Russian).
4. Tikhomirov B.I., Kites A.N, Shakirov R.A. Universal system of large-panel housing construction with multiple plannings of apartments and their various combinations in a basic design of block section. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 4, pp. 13–20. (In Russian).
5. Tikhomirov B.I., Kites A.N., Shakirov R.A., Gizzatullin A.R. Modernization of the efficiency regional series when developing the new project of the house. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 3, pp. 15–19. (In Russian).
6. Patent RF 2511327. Krupnopanel'noe zdanie [Large-panel building]. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. Declared 20.02.2012. Published 10.04. 2014. Bulletin No. 10. (In Russian).
7. Patent RF 124272. Krupnopanel'noe zdanie [Large-panel building]. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. Declared 20.02.2012. Published 20.01.2013. Bulletin No. 2. (In Russian).
8. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. Improvement of Conditions of Insolation of Residential Buildings during Development of Construction Site. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 3, pp. 16–20. (In Russian).
9. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. Innovative Universal System of Large-Panel House Building with a Narrow Spacing. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 32–40. (In Russian).
10. Tikhomirov B.I. Combination of Narrow and Wide Pitches of Cross Bearing Walls in a Large Panel Block-Section. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 6–12. (In Russian).
11. Patent RF for useful model №140512. Konstruktsiya utepleniya naruzhnykh sten krupnopanel'nogo zdaniya [Design of winterization of external walls of the large-panel building]. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. Declared 25.12.2013. Published 10.05.2014. Bulletin No. 13. (In Russian).

УДК 624

В.П. БЛАЖКО, канд. техн. наук (ihtias46@mail.ru)
АО «ЦНИИЭП жилища – Институт комплексного проектирования жилых и общественных зданий» (АО «ЦНИИЭП жилища»)
(127434, Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3)

Об определении податливости связей при формировании расчетных моделей панельных зданий

При необходимости анализа напряженно-деформированного состояния крупнопанельного здания конечно-элементные модели (КЭ-модели) формируются из набора панелей, плит перекрытий, элементов лестнично-лифтового узла, которые соединяются дискретными связями. В качестве связей чаще всего применяются конечные элементы стержневого типа с заданными по направлению глобальных осей величинами жесткостей. В данной статье рассмотрены вертикальные сборно-монолитные стыки между стеновыми панелями. Приведены определенные аспекты формирования расчетных моделей метода конечных элементов применительно к панельным зданиям, а также вопросы определения сдвиговой жесткости связей между панелями в вертикальных стыках. Показано, что занижение жесткости соединения панелей в вертикальном стыке при расчетах на динамические воздействия приводит к существенным искажениям результатов расчетов.

Ключевые слова: *сборное домостроение, расчеты панельных зданий, напряженно-деформированного состояния здания, формирование расчетных схем, конечные элементы стержневого типа, сдвиговая жесткость связей в вертикальных стыках.*

Для цитирования: Блажко В.П. Об определении податливости связей при формировании расчетных моделей панельных зданий // *Жилищное строительство.* 2017. № 3. С. 17–21.

V.P. BLAZHKO, Candidate of Sciences (Engineering) (ihtias46@mail.ru)
AO «TSNIIEP zhilishcha – institute for complex design of residential and public buildings» (AO «TSNIIEP zhilishcha»)
(9, structure 3, Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation)

About Determination of Ductility of Connections When Forming Calculation Models of Panel Buildings

When an analysis of stress-strain state of large-panel buildings is required, finite element models (FE models) are formed from the set of panels, floor slabs, elements of a staircase and elevator section which are connected by discrete connections. As connections, finite elements of a rod type with values of rigidity set along the direction of global axes are used more often. This article considers vertical precast-monolithic joints between wall panels. Certain aspects of the formation of calculation models of the finite element method with regard to panel buildings as well as problems of determination of shear rigidity of connections between panels in vertical joints are presented. It is shown that the underestimation of rigidity of connection of panels in the vertical joint, when calculating dynamic impacts, leads to significant distortion of calculation results, at that not in reserve of strength.

Keywords: pre-cast housing construction, design of panel buildings, stress-strain state of building, formation of calculation schemes, finite elements of rod type, shear rigidity of connections in vertical joints.

For citation: Blazhko V.P. About determination of ductility of connections when forming calculation models of panel buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 17–21. (In Russian).

В Российской Федерации высок процент возведения крупнопанельных зданий от общего количества возводимого жилья [1, 2]. Расчеты панельных зданий в настоящее время по большей части выполняются с применением программных комплексов, реализующих метод конечных элементов [3–5].

В случае, когда необходим детальный анализ напряженно-деформированного состояния здания, конечно-элементные модели (КЭ-модели) формируются из набора панелей, плит перекрытий, элементов лестнично-лифтового узла. Все элементы соединяются между собой дискретными связями [6–11]. В качестве связей чаще всего применяются конечные элементы стержневого типа с заданными по направлению глобальных осей величинами жесткостей, например КЭ 55 элемент в ПК ЛИРА. В данной статье рассмотрены вертикальные сборно-монолитные стыки между стеновыми панелями (рис. 1).

Сопротивление сдвигу в вертикальном направлении (по оси Z) обеспечивается бетоном замоноличивания, шпонками, выпусками арматуры из панелей. Усилия в горизонтальном направлении (по оси X) воспринимаются выпусками арматуры. Усилия в направлении по оси Y воспринимаются бетоном замоноличивания и выпусками арматуры. В [3] показаны расчетные схемы соединения стеновых панелей, применяемые наиболее часто.

На рис. 2 показаны возможные расчетные схемы соединения панелей, которые отличаются от применяемых введением промежуточного (нулевого) узла, через который

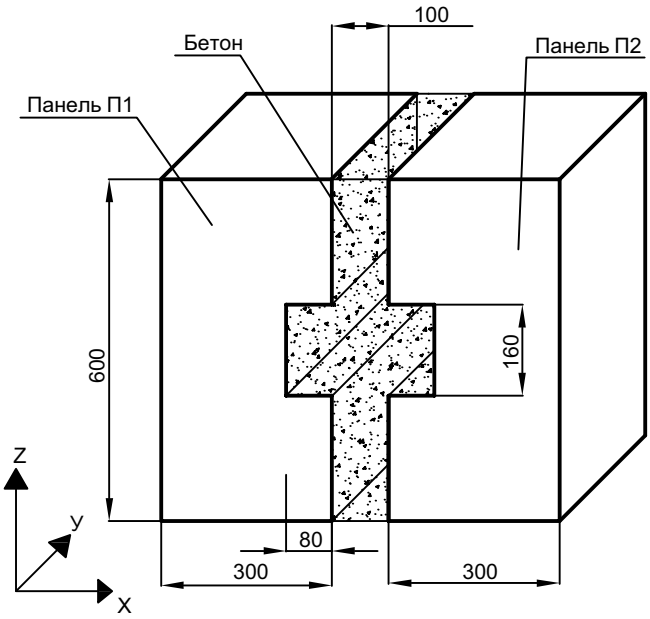


Рис. 1. *Вертикальный сборно-монолитный стык между стеновыми панелями*

соединяются панели. Такая схема полнее отражает работу реального узла, позволяет учитывать бетон замоноличивания и продольную арматуру, размещаемую в узле. В полости стыка фактически образуется промежуточный элемент (колонна), через который взаимодействуют стеновые панели. Этот элемент включается в расчетную схему, и в результате расчетов можно оценить работу вертикальной арматуры, расположенной в стыке (это особенно актуально при расчетах на прогрессирующее обрушение). Рассмотрим вопрос определения податливости связей, соединяющих панели в вертикальном стыке. Наибольший интерес представляет податливость связей на сдвиг по вертикали (по оси Z). В Пособии по проектированию жилых зданий «Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)» (выпуск 3) для бетонного шпоночного соединения коэффициент податливости при взаимном сдвиге определяется по формуле (формула 13, с. 280 в Пособии):

$$\lambda_{\tau b} = l_{\text{loc}}(1/E_b + 1/E_{mon})/(A_{\text{loc}}\eta_k),$$

где l_{loc} – условная высота шпонки, принимаемая при определении ее податливости при сдвиге 250 мм; A_{loc} – площадь сжатия шпонки, через которую передается в соединении сжимающее усилие; E_b – модуль деформации бетона сборного элемента; E_{mon} – то же, бетона замоноличивания; η_k – число однотипных шпонок в стыке. По формуле (13) определяется суммарная деформация двух столбиков длиной по 250 мм с площадью сечения, равной A_{loc}. Размеры сечения колодца замоноличивания и реальные размеры шпонок по высоте в этой формуле не учитываются.

В действительности характер деформации сдвига рассматриваемого стыка сложнее, чем это принято в Пособии по проектированию жилых зданий «Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)» (выпуск 3). Рассмотрим стык на рис. 1: класс бетона панели В25; класс бетона замоноличивания В25; толщина панели 200 мм; модуль деформации бетона класса В25 $E_b = E_{mon} = 30{\cdot}10^6$ кН/м^2. Принят начальный модуль упругости. Податливость шпонки по Пособию по проектированию жилых зданий «Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)» (выпуск 3) при таких исходных данных составляет:

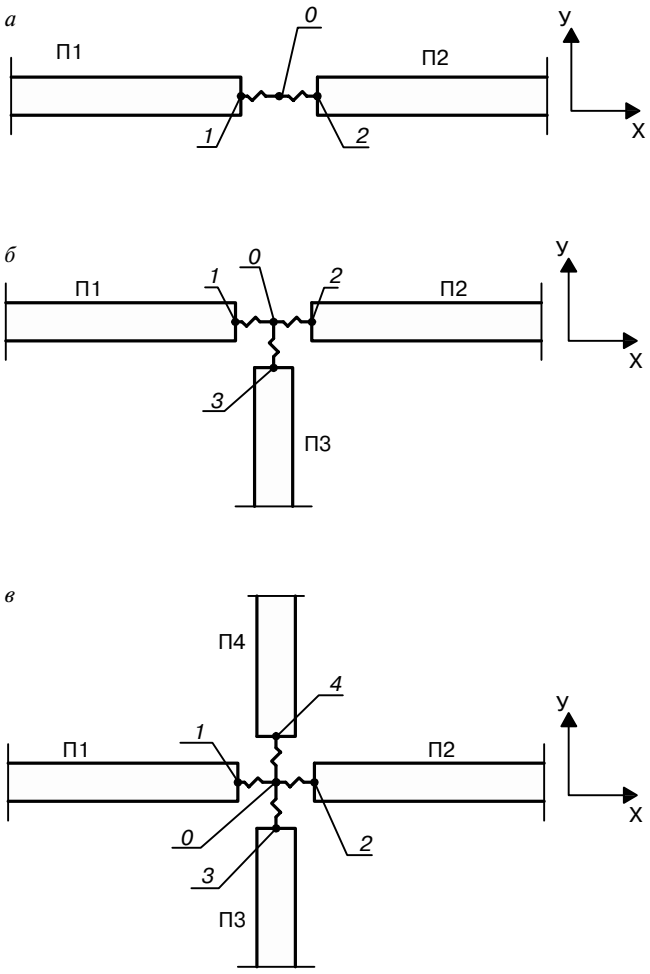


Рис. 2. *Расчетная схема соединения панелей: а – в – возможные схемы соединения; 1–4 – точки соединения; 0 – нулевой узел*

$$\lambda_{\tau b} = 1{,}04{\cdot}10^{-6} \text{ м/кН}.$$

Это на одну сторону стыка, а на две стороны $\lambda_{\tau b} = 2{,}08{\cdot}10^{-6}$ м/кН.

Жесткость получим $K_0 = 0{,}48{\cdot}10^6$ кН/м.

В компьютерной модели (рис. 3) контакт бетона замоноличивания с бетоном панелей осуществляется с помощью конечных элементов линейного типа, обеспечивающих одностороннюю связь между соединяемыми узлами (в ПК ЛИРА это элемент КЭ262).

В КЭ262 задается только жесткость в направлении оси элемента. Закрепления элементов относительно глобальной системы координат показаны на рис. 3: XY – закрепление вдоль осей X и Y; XYZ – закрепление вдоль осей X, Y, Z. Нагрузка прикладывается к правой панели в узлах всего 100 кН.

На рис. 4 показано, что в деформациях бетона участвуют шпонки, бетон замоноличивания и бетон панелей на контакте с бетоном замоноличивания. Взаимное смещение по вертикали узлов КЭ-модели, расположенных по оси шпонки от нагрузки 100 кН составило – Δ_1 = 0,0000121 м. А жест-

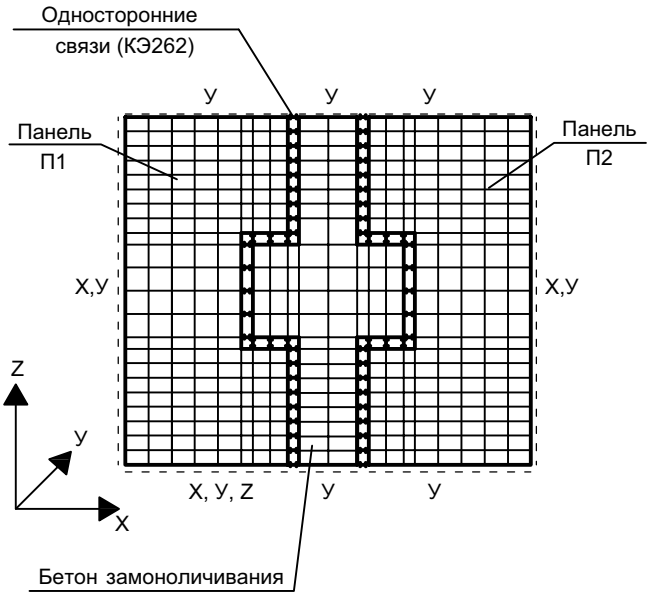


Рис. 3. Компьютерная модель стыка двух панелей с одной шпонкой

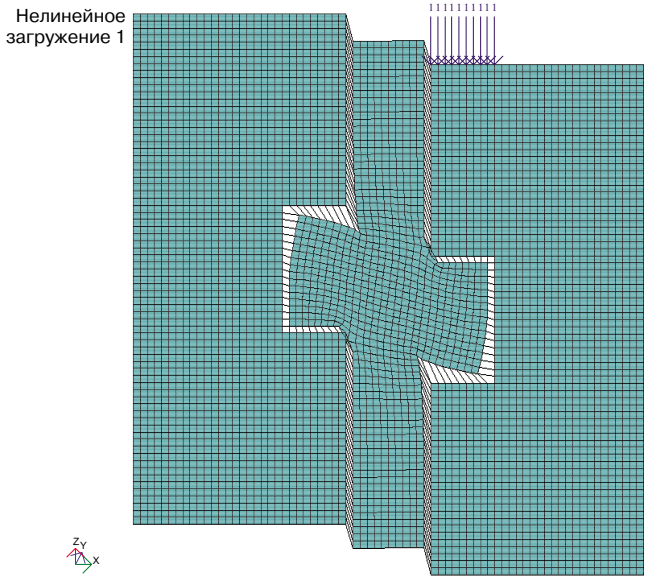


Рис. 4. Деформированная схема узла

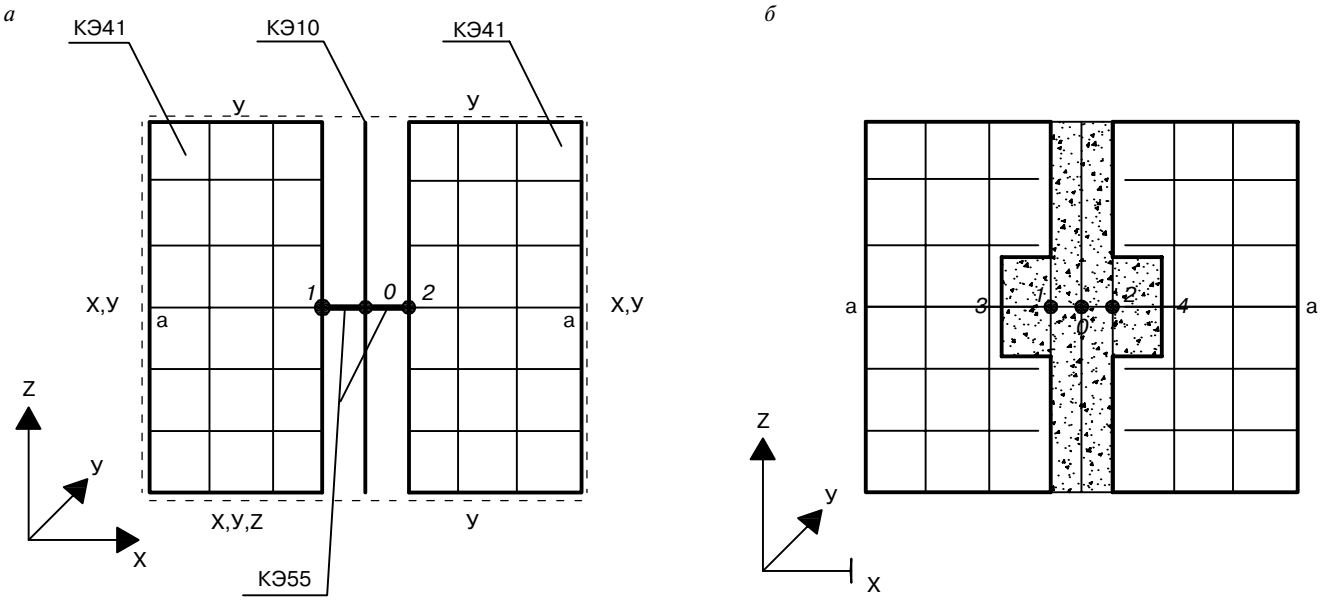


Рис. 5. Конечно-элементная модель: а – фрагмент КЭ-модели в месте расположения связи (связь соединена с узлами 1 и 2 сетки); б – физический аналог рассматриваемого участка КЭ-модели

кость K_1 = 8,26·10⁶ кН/м. Полученная податливость по сравнению с Пособием по проектированию жилых зданий «Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)» (выпуск 3) ниже в 1,7 раза, а это означает, что жесткость будет выше в 1,7 раза. Такие расхождения при расчетах на статические нагрузки вряд ли сильно отразятся на результатах, чего нельзя сказать о расчетах на сейсмические воздействия, где податливость соединения панелей в вертикальных стыках существенно влияет на частоты собственных колебаний здания.

Рассмотрим еще один аспект, который практически не затрагивался до сих пор, а именно особенности учета величины податливости стыка, полученной теоретически или экспериментально при формировании самой конечно-элементной модели. Рассмотрим стык с конечным числом шпонок. Каждая шпонка в модели представляется стержневым элементом с заданными по направлениям осей глобальной (или локальной) системы координат жесткостями. Ограничимся сдвиговой жесткостью.

На рис. 5 показано, что по линии *а – а* на физическом аналоге отмечены соответствующие КЭ-модели точки присоединения связи (1, 2). В соответствии с алгоритмом МКЭ на все узлы модели накладываются связи, ограничивающие перемещения узла по направлениям *X*, *Y*, *Z* (рассмотрим для простоты только три степени свободы). Вводя последовательно единичные перемещения узлов по направлениям *X*, *Y*, *Z*, получим реакции в наложенных связях. Далее формируется матрица жесткости системы. Это

Модель стыка	Податливость по оси Z, м/кН	Жесткость по оси Z, кН/м	Примечания
Пособие по проектированию жилых зданий «Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)» (выпуск 3)	$2{,}08 \cdot 10^{-6}$	$K_0 = 0{,}48 \cdot 10^6$	
Модель с необъединенными перемещениями узлов	$1{,}21 \cdot 10^{-6}$	$K_1 = 0{,}82 \cdot 10^6$	$K_1/K_0 = 1{,}7$
Модель с объединенными перемещениями узлов	$0{,}56 \cdot 10^{-6}$	$K_2 = 1{,}78 \cdot 10^6$	$K_2/K_0 = 3{,}7$ $K_2/K_1 = 2{,}1$

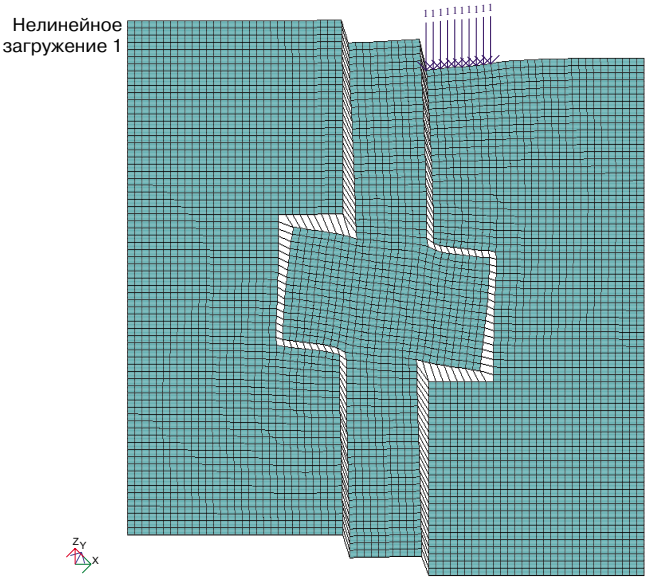


Рис. 6. *Деформированная схема модели стыка*

необходимо учитывать при компьютерном моделировании стыка при определении сдвиговой жесткости, а именно: перемещения всех узлов левого и правого фрагментов панели следует объединить по X, Y, Z. Деформироваться будет только бетон замоноличивания в колодце стыка и шпонках, иначе податливость бетона вокруг шпонок будет учтена в модели дважды. На рис. 6 показана деформированная схема модели стыка. В ней перемещения узлов на левой и правой панелях стыка объединены по X, Y, Z. Перемещение точки 1 относительно точки 2 по вертикали составило при усилии 100 кН $\Delta_2 = 0{,}56 \cdot 10^{-6}$ м. Жесткость составит $K_2 = 1{,}77 \cdot 10^6$ кН/м. Ранее получено $K_1 = 0{,}82 \cdot 10^6$ кН/м. Отношение $K_2/K_1 = 2{,}1$.

Результаты расчетов моделей стыка приведены в таблице.

В случае использования в расчетных моделях схем соединения панелей с «нулевым» узлом (рис. 2) жесткости связей $K_{1\text{-}0}$, $K_{0\text{-}2}$, $K_{0\text{-}3}$ должны приниматься равными удвоенной жесткости связи $K_{1\text{-}2}$.

В связи с вышеизложенным возникает вопрос интерпретации результатов испытаний узлов соединения стеновых панелей, поскольку при испытаниях фрагменты панелей изготавливаются из бетона, который обладает податливостью. Можно предложить следующую схему: 1) построить КЭ-модель испытанного образца; 2) рассчитать жесткости связей; 3) скорректировать КЭ-модель под результаты испытаний; 4) пересчитать скорректированную КЭ-модель, предварительно объединив в ней перемещения узлов левой и правой частей панелей; при этом на перемещения узлов бетона замоноличивания ограничения не накладываются.

Таким образом формулы (13) из Пособия по проектированию жилых зданий «Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)» (выпуск 3) для определения податливости (жесткости) на сдвиг шпоночного соединения вертикального стыка стеновых панелей занижают жесткость соединения; то же происходит, если не учитываются особенности формирования расчетной модели МКЭ. Занижение жесткости соединения панелей в вертикальном стыке при расчетах на динамические воздействия приводит к существенным искажениям результатов расчетов.

Список литературы

1. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Хаютин Ю.Г. Инновационные системы каркасно-панельного домостроения // *Жилищное строительство*. 2014. № 5. С. 3–5.
2. Ярмаковский В.Н. Ресурсоэнергосбережение при производстве элементов конструктивно-технологических систем зданий, их возведении и эксплуатации // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 1–3.
3. Шапиро Г.И., Юрьев Р.В. К вопросу о построении расчетной модели панельного здания // *Промышленное и гражданское строительство*. 2004. № 12. С. 32–33.
4. Блажко В.П. О применении многопустотных плит безопалубочного формования в панельных и каркасных зданиях // *Жилищное строительство*. 2013. № 10. С. 7–10.
5. Блажко В.П. Замок для соединения конструктивных элементов панельного здания // *Жилищное строительство*. 2014. № 1–2. С. 3–6.
6. Данель В.В. Жесткости стыков железобетонных элементов, пересекаемых арматурными стержнями, при растяжении и сдвиге // *Строительство и реконструкция*. 2014. № 6 (56). С. 25–29.
7. Данель В.В. Решение проблемы вертикальных стыков наружных стеновых панелей // *Жилищное строительство*. 2014. № 3. С. 44–45.
8. Данель В.В., Кузьменко И.Н. Определение жесткости при сжатии платформенных и платформенно-монолитных стыков крупнопанельных зданий // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2010. № 2. С. 7–13.
9. Jens G. Geffert. Anchoring of large size concrete precast facades // *Concrete Plant International*. 2006. № 1. P. 176–189.
10. Volker Herrnkind. Fassaden aus Betonfertigteilen // *BetonWerk International*. 2010. № 3. P. 164–169.
11. Данель В.В. Параметры 3D-стержней, моделирующих стыки в конечно-элементных моделях // *Жилищное строительство*. 2012. № 5. С. 22–27.

References

1. Nikolaev S.V., Shreiber A.K., Khayutin Yu.G. Innovative systems of frame and panel housing construction.

Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 3–5. (In Russian).
2. Yarmakovskii V.N. Energy-resources-saving under manufacturing at the elements of structural-technological building systems, their rising and exploitation. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 6, pp. 1–3. (In Russian).
3. Shapiro G.I., Yuryev R.V. To a question of creation of settlement model of the panel built building. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2004. No. 12, pp. 32–33. (In Russian).
4. Blazhko V.P. A About Using Multi-hollow Slabs of Off-Shuttering Moulding in Panel and Frame Buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 10, pp. 7–10. (In Russian).
5. Blazhko V.P. A Fastener for Connection of Structural Elements of a Panel Building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 1–2, pp. 3–6. (In Russian).
6. Danel' V.V. Zhyostkosti of joints of ferroconcrete elements, peresekayemykharmaturny cores, at stretching and shift. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2014. No. 6 (56), pp. 25–29. (In Russian).
7. Danel' V.V. Solution of the problem of vertical joints of external wall panels. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2014. No. 3, pp. 44–45. (In Russian).
8. Danel' V.V., Kuzmenko I.N. Determination of rigidity at compression of platform and platform and monolithic joints of large-panel buildings. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii*. 2010. No. 2, pp. 7–13. (In Russian).
9. Jens G. Geffert. Anchoring of large size concrete precast facades. *Concrete Plant International*. 2006. No. 1, pp. 176–189.
10. Volker Herrnkind. Fassaden aus Betonfertigteilen. *BetonWerk International*. 2010. No. 3, pp. 164–169.
11. Danel' V.V. The 3D parameters – the cores modeling joints in the konechnoelementnykh models. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2012. No. 5, pp. 22–27. (In Russian).

МИНСТРОЙ РОССИИ

НИИ

ROSENFELD ENERGY EFFICIENCY FUND

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 Г.Л. Осипова

«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ.
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСТНОСТЬ»

Тематика конференции:

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

В рамках конференции 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 присуждается премия имени академика РААСН Г.Л. Осипова.
4. На лучшее решение задачи в области энергоэффективности и энергосбережения. Победителям вручается медаль и премия имени лауреата международной энергетической премии «Глобальная энергия» 2011 г. – Артура Розенфельда.
5. На самое оригинальное и талантливое решение акустической задачи. Призы от Генерального спонсора конференции – компании «Brüel & Kjær» (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 Г.Л. Осипова и памятный знак.

Для участия в конференции необходимо в срок до 1 июня 2017 г. 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: **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

УДК 69.056.52

Л.М. КОЛЧЕДАНЦЕВ, д-р техн. наук, С.В. ЩЕРБАКОВ, инженер (svshch29@mail.ru)
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4)

Трудоемкость сварочных работ в панельном домостроении

На примере крупнопанельного здания рассмотрена трудоемкость сварочных работ при возведении надземной части здания. Рассчитано, какую часть занимает трудоемкость сварочных работ от трудоемкости строительства надземной части здания. Показаны связи сборных элементов, применяемые при проектировании панельного домостроения. Приведен пример сварного соединения стыка плит перекрытий рассматриваемого здания. Вычислены затраты труда и машинного времени по возведению надземной части панельного здания. Посчитана трудоемкость сварочных работ, которая составляет более 20% от трудоемкости возведения надземной части здания. Предложена альтернатива сварочным работам для устройства связей между панелями – замоноличиваемые бетоном арматурные петлевые выпуски.

Ключевые слова: *строительство, энергосбережение, стык плит перекрытий, трудоемкость, электросварщик, сварочные работы, панельное домостроение, сварные соединения, затраты труда и машинного времени, арматурные петлевые выпуски, устойчивость здания.*

Для цитирования: Колчеданцев Л.М., Щербаков С.В. Трудоемкость сварочных работ в панельном домостроении // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 22–24.

L.M. KOLCHEDANTSEV, Doctor of Sciences (Engineering), S.V. SHCHERBAKOV, Engineer(svshch29@mail.ru)
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2-nd Krasnoarmeiskaya Street, 190005, St. Petersburg, Russian Federation)

Laboriousness of Welding Works in Panel House Building

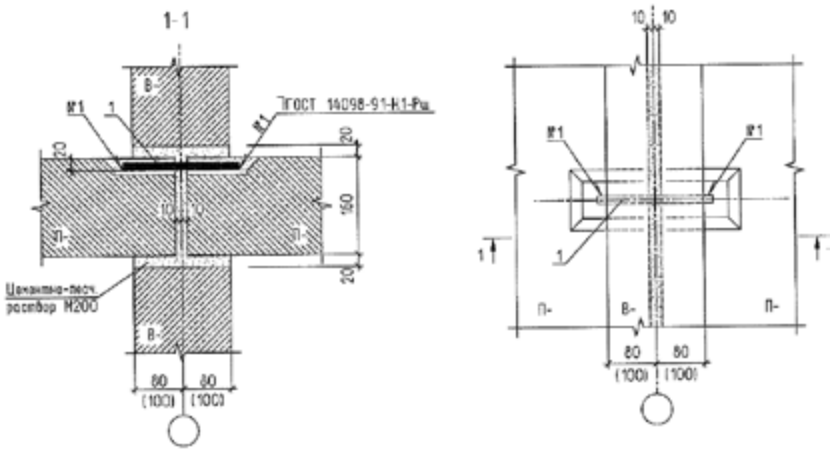
The laboriousness of welding works when constructing the super-structure of the building is considered on the example of a large-panel building. What part of laboriousness of construction of the above-ground part of the building is the laboriousness of welding works is considered. Connections of pre-cast elements, which are used when designing the panel house building, are shown. An example of the butt-welded joint of floor slabs of the building considered is presented. Consumptions of labour and machine time for constructing the super-structure of the panel building were calculated. The laboriousness of welding works and its percentage of the laboriousness of construction of the super-structure of the building were also calculated. An alternative to welding works for creating connections between panels is proposed – monolit by concrete reinforcing loopback releases.

Keywords: construction, energy saving, joints of floor slabs, laboriousness, electric welder, welding works, panel house building, welded joints, consumptions of labour and machine time, loop rebars, stability of building.

For citation: Kolchedantsev L.M., Shcherbakov S.V. Laboriousness of welding works in panel house building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 22–24. (In Russian).

В последнее время в Санкт-Петербурге наметилась тенденция возврата к панельному и крупнопанельному домостроению. Главными требованиями к современному возведению зданий становятся быстрое, красивое, надежное строительство с обеспечением высоких эксплуатационных и эстетических требований [1–4]. Основной особенностью этого типа строительства является быстрота возведения и более низкая стоимость строительства в отличие от монолитного домостроения. В среднем строительство сборного двухподъездного дома занимает примерно 6–8 мес, в то время как такой же монолитный дом возводится примерно в 2,5 раза дольше – 14–18 мес [3]. Основными процессами в сооружении надземной части панельного здания являются монтаж стеновых панелей и плит перекрытий и покрытий, а также устройство связей между ними, в данном случае электросварочные работы.

Середина XX в. во всем мире характеризуется интенсивным развитием методов индустриального проектирования и возведения зданий [5–6]. Панельное домостроение



Сварное соединение стыка плит перекрытий

Затраты труда и машинного времени

Наименование видов работ	Ед. изм.	Объем работ	Трудоемкость	
			рабочие, чел.-дн.	машины, маш.-см.
Монтаж плит перекрытий	1 эл.	1550	276,25	69,63
Монтаж плит покрытий	1 эл.	70	9,34	2,34
Монтаж панелей внутренних стен	1 панель	3246	501,21	125,88
Монтаж панелей наружных стен	1 панель	1512	213,38	54,09
Монтаж панелей перегородок	1 панель	1000	85	21,25
Монтаж лестничных площадок	1 эл.	100	13,75	3,5
Монтаж лестничных маршей	1 эл.	100	13,75	3,5
Монтаж ограждения лестниц	м	330	15,26	–
Монтаж вентблоков	1 блок	950	261,25	65,31
Установка объемных блоков лифтовых шахт	1 блок	162	28,35	7,09
Сварочные работы	10 м шва	1306,4	425,23	–
Монтаж сантехнических кабин	шт.	450	54	13,5
		Итого:	**1896,77**	**366,09**

ние берет свое начало с конца 1950-х гг. и продолжается до сих пор. Достоинства этого типа строительства, описанные выше, являются главной причиной продолжения использования панельного домостроения в настоящее время и в будущем. Особенно это важно в тех районах, где климат является суровым, например в северных территориях нашей страны. Там использование так называемых «мокрых» процессов при панельном домостроении сводится к минимуму по сравнению с монолитным строительством, а это значимый признак, влияющий на выбор типа строительства в тех районах.

В панельном домостроении главным недостатком по сравнению с монолитным домостроением является более низкая восприимчивость различных видов динамических нагрузок. Она зависит от качества соединений панелей, в особенности от сварных соединений закладных деталей. Отличие заключается в том, что в монолитном домостроении преобладают жесткие связи в каркасе здания, устойчивые к различным видам нагрузок, тогда как в панельном домостроении стыки панелей подвержены деформации, смещению под воздействием нагрузок. Поэтому главным фактором для общей устойчивости здания в панельном домостроении являются качественные и жесткие связи между панелями.

В эксплуатационных условиях связи должны воспринимать усилия от ветровых нагрузок, неравномерных осадок основания и температурно-влажностных воздействий. При чрезвычайных ситуациях (взрыве, пожаре и т. д.) связи должны обеспечивать устойчивость здания против прогрессирующего разрушения [1]. Например, унификация стыковых соединений и армирования панелей при сейсмических воздействиях приводит к равномерному напряженному состоянию в здании без опасности разрушения отдельных элементов [7].

На основании Пособия по проектированию жилых зданий. Выпуск 3. Конструкции жилых зданий (к СНИП 2.08.01–85) связи сборных элементов рекомендуется проектировать в виде: свариваемых арматурных выпусков или закладных деталей; замоноличиваемых бетоном арматурных петлевых выпусков, соединяемых без сварки; болтовых соединений. Наибольшее распространение и применение в панельном и крупнопанельном домостроении в России имеют сварные соединения, а следовательно, имеют место сварочные работы. На основании этого возникает вопрос: какова же трудоемкость сварочных работ надземной части панельного здания?

В настоящее время имеет место тенденция увеличения этажности крупнопанельных зданий с 9–10 до 18–19 этажей, с 16–18 до 24–25 и более этажей [5–12]. В качестве примера рассматривается 25-этажный двухсекционный крупнопанельный жилой дом, расположенный в Санкт-Петербурге (Южное шоссе, уч-3). Этот дом имеет сварочные соединения в стыках панелей, представленные на рисунке.

Для определения трудоемкости сварочных работ используются данные по затратам труда и машинного времени, определенные по ЕНиР Сборник Е22-1 для монтажа надземной части здания, куда входят сварочные работы, представленные в таблице.

Общая трудоемкость сварочных работ составляет:

$$Q_{\text{свар.работ}} = 425{,}23 \text{ чел.-дн.};$$

$$Q = 1896{,}77 \text{ чел.-дн.};$$

$$\Delta Q = \left(\frac{Q_{\text{свар.работ}}}{Q}\right) \times 100\% = \left(\frac{425{,}23}{1896{,}77}\right) \times 100\% = 22{,}42\%,$$

где ΔQ – трудоемкость сварочных работ надземной части здания.

Таким образом, сварочные работы составляют 22,42% от общего количества работ монтажа надземной части. Это показывает, что в панельном домостроении на сварочные работы приходится значительная доля трудозатрат и встает вопрос целесообразности устройства стыка с помощью сварки и полного или частичного отказа от сварных соединений и заменой их, например, замоноличиваемыми бетоном арматурными петлевыми выпусками, т. е. переход от полносборных зданий к сборно-монолитным [2].

Кроме количественной оценки объема сварочных работ следует иметь в виду, что на строительной площадке электросварка выполняется вручную. На ее качество существенное влияние оказывают квалификация электросварщика, погодные условия и организация рабочего места.

Указанные обстоятельства необходимо учитывать при выборе конструктивно-технологических решений жилых зданий.

Список литературы

1. Шембаков В.А. Технология сборно-монолитного домостроения СМК в массовом строительстве России и стран СНГ // *Жилищное строительство.* 2013. № 3. С. 26–29.
2. Шмелев С.Е. Мифы и правда о монолитном и сборном домостроении // *Жилищное строительство.* 2016. № 3. С. 40–42.

3. Моргун В.Н., Богатина А.Ю., Моргун Л.В., Смирнова П.В. Достижения и проблемы современного крупнопанельного домостроения // *Жилищное строительство*. 2013. № 3. С. 41–45.
4. Киреева Э.И. Крупнопанельные здания с петлевыми соединениями конструкций // *Жилищное строительство*. 2013. № 9. С. 47–51.
5. Данель В.В. Способ повышения несущей способности наружных трехслойных стеновых панелей // *Жилищное строительство*. 2013. № 12. С. 2–5.
6. Масляев А.В. Особенности возведения крупнопанельных зданий в сейсмоопасных районах // *Жилищное строительство*. 2016. № 3. С. 64–68.
7. Колчеданцев Л.М., Рощупкин Н.П. Жилье экономического класса – сборное, мон олитное или сборно-монолитное? // *Жилищное строительство*. 2011. № 6. С. 24–25.
8. Колчеданцев Л.М., Осипенкова И.Г. Особенности организационно-технологических решений при возведении высотных зданий // *Жилищное строительство*. 2013. № 10. С. 17–19.
9. Колчеданцев Л.М., Волков С.В., Дроздов А.Д. Организация строительной площадки для возведения высотных зданий при размещении приобъектного бетонного узла // *Жилищное строительство*. 2015. № 2. С. 27–29.
10. Волков С.В., Шведов В.Н. Влияние организационно-технологических решений на уровень качества строительства и безопасность возводимых зданий // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2014. № 2. С. 32–39.
11. Волков С.В., Шведов В.Н. Обоснование способа прогрева и выдерживания бетона при возведении высотных зданий в условиях низких температур // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2014. № 9–10. С. 29–38.
12. Волков С.В., Волкова Л.В. Технико-экономическая оценка организационно-технологических схем строительства жилых объектов по рыночным показателям // *Вестник гражданских инженеров*. 2014. № 1. С. 66–73.

References

1. Shembakov V.A. Technology of Precast and Cast-in-Situ Housing Construction SMK in Mass Construction of Russia and Country-Members of Commonwealth of Independent States (CIS). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 3, pp. 26–29. (In Russian).
2. Shmelev S.E. Myths and Truth about Monolithic and Precast Housing Construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 3, pp. 40–42. (In Russian).
3. Morgun V.N., Bogatina A.Yu., Morgun L.V., Smirnova P.V. Achievements and Problems of Modern Large-panel Housing Construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 3, pp. 41–45. (In Russian).
4. Kireeva E.I. Large Panel Buildings with Clasp Joints of Structures. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 9, pp. 47–51. (In Russian).
5. Danel V.V. Method for Increasing the Bearing Capacity of External Three-Layer Wall Panels. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 12, pp. 2–5. (In Russian).
6. Maslyaev A.V. Features of Construction of Large-Panel Buildings in Earthquake-Prone Regions. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 3, pp. 64–68. (In Russian).
7. Kolchedantsev L.M., Roshchupkin N.P. Economy-Class Housing: Prefabricated, Monolithic or Precast and Cast-in-Situ? *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 6, pp. 24–25. (In Russian).
8. Kolchedantsev L.M., Osipenkova I.G. Features of organizational and technological decisions at construction of high-rise buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 10, pp. 17–19. (In Russian).
9. Kolchedantsev L.M., Volkov S.V., Drozdov A.D. The organization of a building site for construction of high-rise buildings at placement of priobjektny concrete knot. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 2, pp. 27–29. (In Russian).
10. Volkov S.V., Shvedov V.N. Influence of organizational and techno-logical decisions on a level of quality of construction and safety of the built buildings. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel''stvo*. 2014. No. 2, pp. 32–39. (In Russian).
11. Volkov S.V., Shvedov V.N. Justification of a way of warming up and keeping of concrete at construction of high-rise buildings in the conditions of low temperatures. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2014. No. 9–10, pp. 29–38. (In Russian).
12. Volkov S.V., Volkova L.V. Technical and economic assessment of organizational and technological schemes of building of inhabited objects on market indicators. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2014. No. 1, pp. 66–73. (In Russian).

Tekla Structures:

совершенство строительства из сборного железобетона

Компания «Маркучай» (Markučiai) является крупнейшим производителем изделий и конструкций из сборного железобетона в Литве. Кроме этого, компания предоставляет заказчикам услуги по консалтингу, проектированию, производству, поставкам и монтажу. В 2015 г. компания отметила свой 60-летний юбилей, собрав клиентов из Скандинавии и стран Восточной Европы. Компания «Маркучай» (Markučiai) имеет богатый опыт в осуществлении технико-экономического анализа, поэтому они консультируют клиентов в вопросах выбора самых оптимальных конструкторских решений в ходе всего процесса. А это значит, что компания готова предоставить всю необходимую информацию и услуги, начиная с разработки концепции здания и заканчивая управлением строительством.

Markučiai Co. is the largest producer of products and structures of pre-cast reinforced concrete in Lithuania. In addition, the company provides customers with consulting, design, manufacture, supply and installation. In 2015, the company celebrated its 60-year jubilee and gathered its clients from Scandinavia and Eastern European countries. Markučiai Co. has a rich experience in realization of the technical-economic analyses that's why it advises its clients on the problems of selecting the most optimal structural solutions in the course of the whole process. And it means that the company is ready to submit all necessary information and services beginning from the development of the concept of a building and ending with construction management.

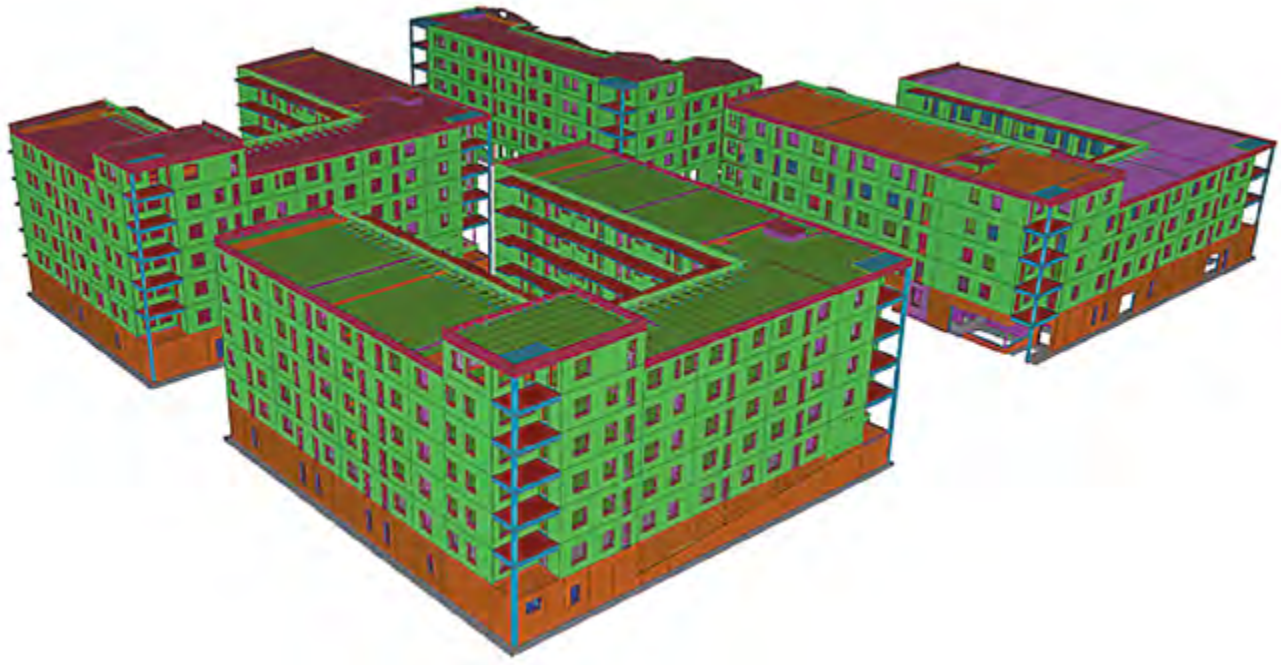
Проектное бюро «Конкритус Дизайнерс» (Concretus Designers), как крупнейшая проектно-конструкторская компания в Литве, совместно с компанией «Маркучай» (Markučai) входят в консорциум «Конкритус» (Concretus). Основными направлениями деятельности группы, в состав которой входит девять компаний, являются производство, строительство и благоустройство территорий в Балтийском регионе.

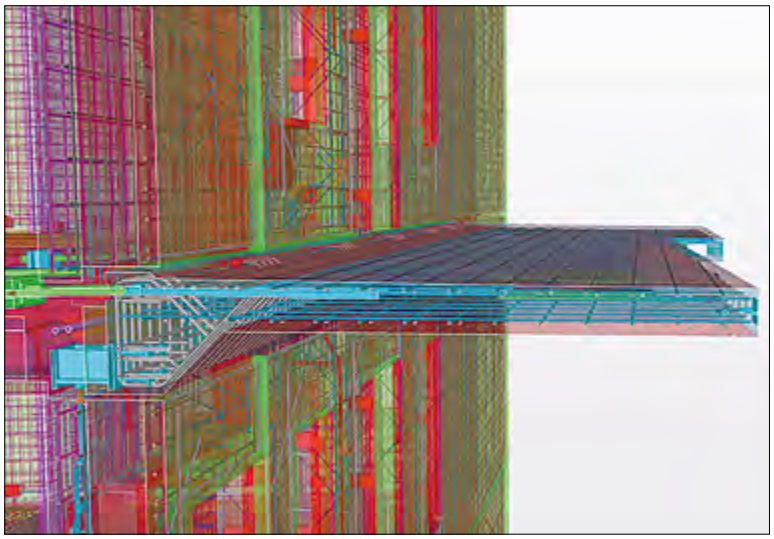
Благодаря своему стремлению к исследовательским методам в работе компания «Маркучай» (Markučiai) выполняет проекты с помощью программного обеспечения Tekla и технологии информационного моделирования зданий (BIM). Находясь в постоянном поиске способов повышения возможностей производства, безопасности и снижения количества отходов, с начала работы с программным обеспечением Tekla компания достигла отличных показателей эффективности в применении информационных моделей зданий. Также кроме проектирования и детализации, «Маркучай» (Markučiai) использовала точные данные из информационной модели, созданной с помощью программного обеспечения Tekla, для производства, организации поставок и на этапе монтажа.

Надежная и точная оценка для успешных продаж

Когда в компанию поступает тендерный запрос, продавцы и оценщики используют Tekla для создания концептуальной модели зданий. Из модели они получают достоверную информацию с подсчетом затрат и в дальнейшем используют эти данные для подготовки тендерной документации проекта.

Концептуальная модель, как правило, создается в виде наброска на основе данных с использованием элементарного функционала Tekla для моделирования. С помощью этих моделей команда может получить точные показатели для создания визуализации проекта.





Далее можно предложить альтернативные конструктивные решения и определить те элементы, к которым предъявляются особые требования. Используя данные из модели, команда может быстро рассчитать затраты и сроки выполнения работ.

Специалисты компании «Маркучай» (Markučiai) заметили, что использование технологии информационного моделирования зданий (BIM) уже в концептуальном проектировании повышает точность данных, даже на этапе подготовки тендерной документации. А в свою очередь это приводит к увеличению числа заказов.

Хорошее начало проекта.

После того как тендер выигран, проект передается для создания детально проработанной точной производственной модели. Обычно концептуальная модель используется как опорная для координации с моделями и другими проектными данными, например созданными архитекторами.

Хотя в программном обеспечении Tekla предоставлен полный набор интуитивно понятных инструментов и компонентов зданий, для выполнения специфических требований в детализации проекта и для передачи данных как на производство, так и на строительную площадку компания «Конкритус Дизайнерс» (Concretus Designers) создала специфическую среду со своими правилами и настройками компонентов для моделирования и автоматического создания чертежей. Шаблоны чертежей и инструкции для моделирования различных типов элементов обеспечивают дополнительную помощь проектировщикам, которые создают документацию, которая отвечает требованиям и на производстве, и на стройплощадке.

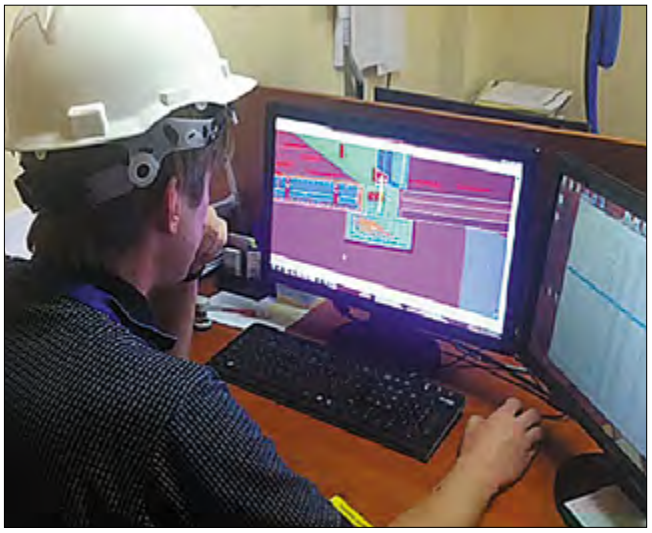
Последовательность означает эффективность.

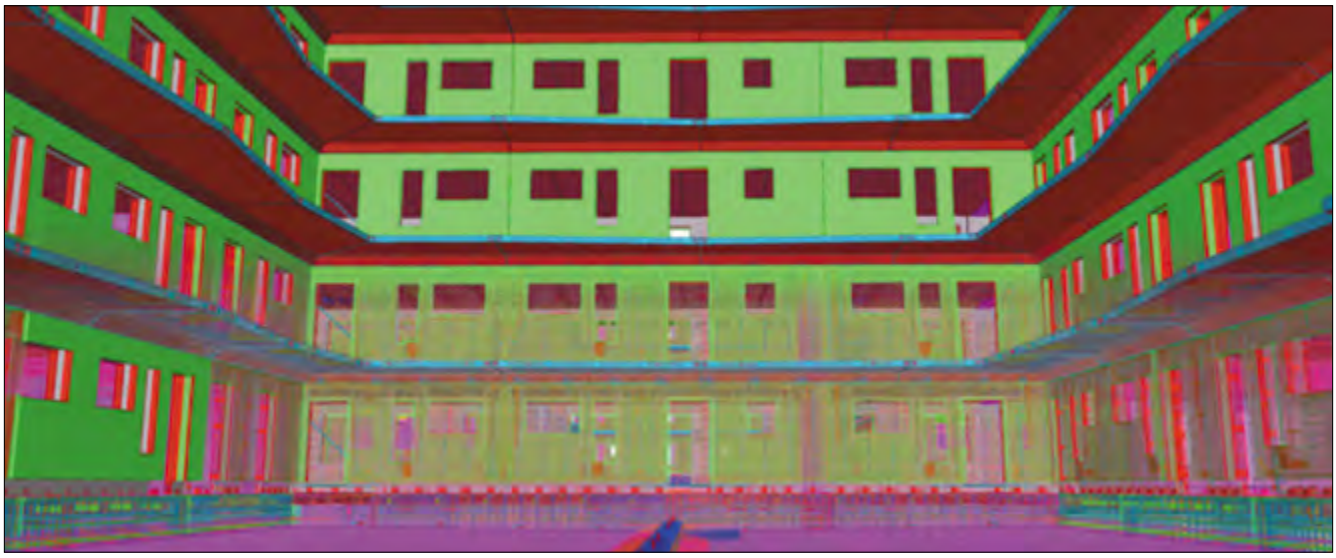
Благодаря стандартизации принципов работы для всех 40 квалифицированных проектировщиков, работающих в программном обеспечении Tekla, компания «Конкритус Дизайнерс» (Concretus Designers) обеспечила полную согласованность в процессе детализации. Централизованное управление средой моделирования гарантирует, что каждый проектировщик группы использует актуальные настройки, чертежи, шаблоны и инструменты отчетности компании. Как результат, в моделях заложена последовательная информация, независимо от самих проектировщиков. Стандартизированная работа экономит время на проработку модели, а также обеспечивает пользователям эффективность работы как на заводе, так и на стройплощадке, благодаря актуальной точной информации в рабочих моделях.

Точная, безошибочная документация.

Компания «Конкритус Дизайнерс» (Concretus Designers) использует модели Tekla для получения рабочей документации (как на этапе производства, так и на этапе монтажа), для календарного планирования для подсчета спецификаций по материалам и других отчетов. Это уменьшает объем ручной работы в создании документации, одновременно приводит к экономии времени, снижая влияние человеческого фактора.

Строительная модель Tekla является единственным источником информации, необходимым для подготовки различной документации, которая обеспечивает иден-





тичность проектных данных. Изменения проекта автоматически фиксируются и отображаются на всех соответствующих чертежах и отчетах. Все данные остаются актуальными и не возникает никаких конфликтов между моделью и выходной документацией. Точные модели Tekla позволяют найти источник любых задержек в реализации проекта и своевременно решить эти сложные задачи до того, как они станут проблемами.

По словам генерального директора компании «Маркучай» (Markučiai) А. Тулада решается 95% вопросов возникающих в ходе проектирования, а значит, еще до того, как элемент попадет на стройплощадку.

Точные данные для производства.

На заводах компании «Маркучай» (Markučiai) использование данных из информационной модели позволило модернизировать все производственные процессы. Точная модель используется для закупки материалов, планирования производства, передачи данных на арматурные станки и планирование материально-технического обеспечения. Благодаря стандартизированным принципам работы и пользовательским настройкам свойств объектов, которые постепенно добавляются в модели, получается, что данные на основе модели соответствуют требованиям для отчетности компании. И эта информация может быть эффективно использована как для производства, так и на протяжении ведения проекта.

Ясное видение.

Компания «Маркучай» (Markučiai) и «Конкритус Дизайнерс» (Concretus Designers) используют программное обеспечение Tekla для визуализации текущего состояния проекта. Потому что на любом этапе проекта каждый участник может добавить информацию о состоянии объектов в модели Tekla, и делая это постоянно, каждый другой имеет четкое представление о текущем состоянии проекта. Координация действий участников проекта становится эффективнее, когда все знают, что происходит в каждый момент времени. Благодаря этому реализация проекта становится значительно проще, если учесть, что участники проекта и заказчики компании «Маркучай» (Markučiai) находятся в разных офисах на расстоянии друг от друга.

По мнению генерального директора компании «Маркучай» (Markučiai) А. Тулада, точная информационная модель здания создается в Tekla Structures и используется как основа для бизнес процессов от оценки проектов и продаж до детализации и производства, включая логистику и строительство конструкции из сборного железобетона. Работая на основе модели, существует возможность решить большинство вопросов проекта непосредственно в ней. Это убирает любую импровизацию на заводе и стройке, а исполнитель может поставить более качественные железобетонные конструкции, согласно бюджету и срокам.

Компания «Маркучай» (Markučiai) произвела, поставила и построила комплекс апартаментов Аркенс Вэг, который состоит из четырех П-образных пяти-семиэтажных зданий, смонтированных из сложных сэндвич панелей в г. Ханинге, Швеция.

Информационное моделирование зданий (BIM) сделало сотрудничество между двумя компаниями легким и эффективным, проектной частью занимались «Конкритус Дизайнерс» (Concretus Designers), а детализацией «Рибинис бувис» (Ribinis buvis). Элементы произведены в Литве, доставка осуществлялась по морю, а сам монтаж в Швеции. Данные о состоянии объекта были всегда доступны в модели для мониторинга статуса проекта, координации действий, планирования, а благодаря цветовой кодировке в системе каждый мог знать, что и как происходит в настоящий момент.

Проект Аркенс Вэг, компании «Вастбыгг» (Wastbygg AB), является одним из многочисленных примеров последовательной реализации качественных проектов от компании «Маркучай» (Markučiai). Их принцип работы использует LEAN-методологию (т. е. бережливое производство) и BIM-технологии, что сводит к минимуму ошибки, снижает затраты, упрощает совместную работу и помогает им реализовать проекты точно в срок. Когда проекты выполняются хорошо, все стороны остаются вовлеченными и зарабатывают таким образом положительную репутацию.

НАРИСУЕМ – БУДЕМ ЖИТЬ

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕКСТУРНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ МАТРИЦ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖБИ

Применение текстурных полиуретановых матриц – один из способов достижения архитектурной выразительности сборных железобетонных зданий. В настоящее время основными поставщиками матриц выступают европейские компании. В последние несколько лет в России начинает налаживаться собственное производство. При сохранении технических и эксплуатационных характеристик российские производители обеспечивают более привлекательные ценовые параметры, чем западные производители. Скорость поставки матриц значительно выше, потому что нет необходимости ждать продукцию из-за границы. Один из таких производителей – ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг».

The use of textural polyurethane matrixes is one of the methods for achieving the architectural expression of precast reinforced concrete buildings. At present, European companies are main suppliers of matrixes. During last few years, Russia begins to establish its own production. While maintaining the technical and operational characteristics, Russian manufacturers provide more attractive cost parameters than Western manufacturers. The speed of the delivery of matrixes is significantly higher, because there is no need to wait for products from abroad. One of these suppliers is ZAO "PATRIOT-Engineering".

Технологии строительства и производства строительных материалов развиваются очень активно. Покупатели квартир, в свою очередь, стали более требовательными и больше не хотят жить в безликих многоэтажках. Перед строителями и архитекторами остро встает вопрос архитектурной выразительности зданий, особенно при массовой застройке микрорайонов с применением технологии индустриального домостроения. Один из способов решения этой задачи – применение текстурных полиуретановых матриц при изготовлении панелей наружных стен.

Что представляют собой текстурные матрицы? Это «резиновый» ковер с нанесенным на него объемным рисунком, который укладывается на технологический стол или в форму для заливки бетонной смеси лицом вниз. Специально разрабатываемые составы сырья для изготовления матриц выдерживают многократные циклы использования, позволяют сохранить необходимые свойства при применении различных смазок, механическом воздействии при заливке бетонных смесей, обработке изделий в пропарочных камерах. В результате на поверхности готового изделия отпечатывается объемное изображение.

Текстурные матрицы позволяют изготавливать фактурные панели с различной рельефной поверхностью. Благодаря технологии изготовления самой матрицы можно выполнить абсолютно любой как по содержанию, так и по глубине рисунок. Это могут быть, например, фактуры «дерево», «натуральный камень», «кирпич» и многие другие. Подобные панели позволяют увеличить вариативность и разнообразие стилевых решений фасадов.

Во время подготовки Олимпиады в Лондоне на фасадах Олимпийской деревни были воспроизведены индустриальным способом увеличенные рельефы с фриза Парфенона, изображающие Олимпийские игры.

Матрицы можно применять не только в индустриальном, но и в монолитном домостроении. Их эластичность позволяет снять опалубку с бетона без разрушений даже при использовании сложных и различных по глубине рисунков, а применение многоцветной окраски фасадов придает дополнительную глубину замыслу архитектора. При помощи матриц можно изготав-

ливать не только панели наружных стен, но и изделия для отделки входных групп общественных зданий, лифтовых холлов жилых домов и других помещений. Данная технология работает на эстетику проекта в целом, как снаружи, так и внутри.

Как видно, применение текстурных полиуретановых матриц – отличное решение для индустриального домостроения. Но есть один нюанс. В настоящее время основными поставщиками матриц выступают европейские компании. Несмотря на высокое качество, продукция зарубежных производителей имеет недостатки, мешающие более широкому применению полиуретановых матриц, – низкая скорость поставок и высокая цена.

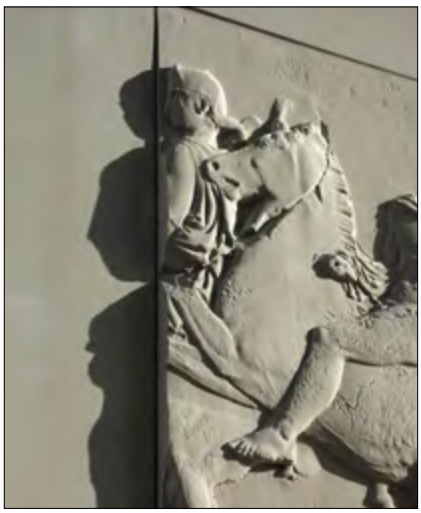
В последние несколько лет в России начинает налаживаться собственное производство. При сохранении технических и эксплуатационных характеристик российские производители обеспечивают более привлекательные ценовые параметры.

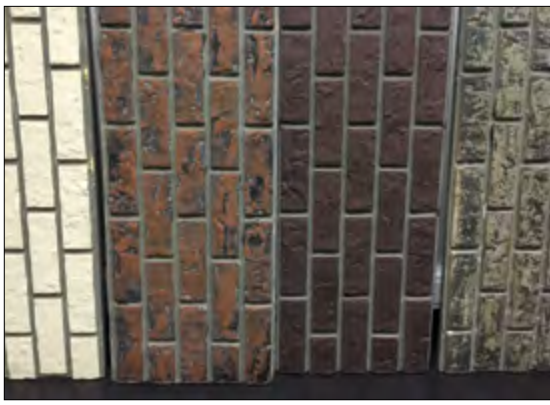
Один из таких производителей – ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг». На одном из предприятий налажено производство матриц, по качеству не уступающих зарубежным аналогам. При этом их стоимость гораздо ниже, а скорость поставки значительно выше, потому что нет необходимости ждать продукцию из-за границы.

В Ростове-на-Дону, где Ростовский комбинат крупнопанельного домостроения (ККПД) начал широкое применение таких матриц, возведен детский сад, фасад которого украшают панели с яркими рельефными бабочками, созданными в заводских условиях. Рельефная поверхность «под кирпич» фасадов ростовских жилых комплексов эконом-класса «Английский квартал» и «Французский квартал» тоже создана при помощи матриц. Результат полностью устроил и производителя и, что более важно, очень понравился клиентам – покупателям квартир, которые получили не просто комфортное жилье, но и архитектурно осмысленную, гармоничную и привлекательную городскую среду.

В настоящее время специалисты ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг» готовы оказать содействие заводам ЖБИ и ДСК в разработке матриц требуемых параметров, их оперативном производстве и поставке.

У локализации производства текстурных полиуретановых матриц в России – большое будущее!





ЗАО "ПАТРИОТ-Инжиниринг"
info@patriot-engineering.ru
тел.: +7 (495) 721 16 06
www.zaopatriot.ru/7

Генеральный директор
Шмелев Станислав Евгеньевич

ПАТРИОТ
инжиниринг

УДК 697.1:699.86

О.Д. САМАРИН, канд. техн. наук (samarin-oleg@mail.ru);
К.И. ЛУШИН, канд. техн. наук
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Зависимость температуры в зоне примыкания заполнения светопроема к оконному откосу от положения оконного блока

Рассмотрены особенности расчета стационарного двумерного температурного поля в конструкциях узла примыкания оконных блоков к светопроемам жилых зданий. Приведены результаты вычисления температуры в опасных точках примыкания для расчетных зимних условий с помощью программы для ЭВМ, реализующей метод конечных элементов. Показан анализ полученных данных и выдвинуто физическое объяснение характера поведения минимальной температуры в зоне примыкания заполнения светопроема при перемещении оконного блока по сечению наружной стены от наружной поверхности в сторону помещения. Предложены рекомендации по оптимальному размещению заполнения для наилучшего обеспечения санитарно-гигиенических требований к наружным ограждениям в соответствии с СП 50.13330.2012. Изложение проиллюстрировано примерами температурных полей для узла примыкания в жилом здании по одному из современных проектов.

Ключевые слова: *оконный блок, откос, теплотехническая неоднородность, температурное поле, точка росы.*

Для цитирования: Самарин О.Д., Лушин К.И. Зависимость температуры в зоне примыкания заполнения светопроема к оконному откосу от положения заполнения // *Жилищное строительство.* 2017. № 3. С. 30–33.

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

Dependence of the Temperature in Bordering on the Glazing to the Window Slope from Window Position

Peculiarities of designing two-dimensional stationary temperature field in the structure of the site abutting window units to the aperture of residential buildings are considered. Results of calculation of temperature in hazardous adjunction points for the design winter conditions with the help of software that implements the finite element method are presented. The analysis of the obtained data is shown and advanced physical explanation of the behavior of minimum temperatures in the zone of adjacency of the fill of the lighting aperture is proposed if you move the window block in the cross section of the outer wall from the outer surface to the side of the room. Recommendations on the optimal placement of fill for the best sanitary-hygienic requirements for outdoor enclosures in accordance with SP 50.13330.2012 are offered. The presentation is illustrated with examples of temperature fields for the node of adjunction in a residential building on one of the modern projects.

Keywords: window unit, slope, thermal non-uniformity, temperature field, dew point.

For citation: Samarin O.D., Lushin K.I. Dependence of the temperature in bordering on the glazing to the window slope from window position. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 30–33. (In Russian).

В настоящее время в связи с изменением требований к уровню теплозащиты наружных ограждений зданий и введением нормирования удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию (СП 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий», далее – СП 50) [1–2] расширяется применение новых, более сложных ограждающих конструкций с повышенным сопротивлением теплопередаче. Это относится как к несветопрозрачным ограждениям, так и к заполнениям светопроемов. Однако такие конструкции отличаются повышенной неравномерностью температурного поля в холодный период года, поскольку содержат ряд элементов, преимущественно линейных, которые вносят существенный вклад в дополнительные потери теплоты и снижение общего коэффициента теплотехнической однородности ограждения. Иначе говоря, эффективность использования теплоизоляционного материала в несветопрозрачных конструкциях при этом снижается. Кроме того, указанная неравномерность приводит к повышению опасности невыполнения минимальных санитарно-гигиенических требований, которые сводятся в первую очередь к отсутствию конденсации водяных паров на внутренних поверхностях непрозрачных частей (п. 5.7 СП 50.13330.2012).

В работе [3] автором рассматривался расчет температурного поля для одной из подобных опасных в теплотехническом отношении зон, а именно в поперечном сечении узла примыкания заполнения светопроема при условии его установки в перемычке между теплопроводными конструктивными слоями наружной стены. При этом было установлено, что один из способов избежать обмерзания –

это размещение переплета ближе к внутренней поверхности наружной стены, насколько это возможно технически, а также с учетом обеспечения требуемой величины КЕО в расчетной точке помещения, поскольку при увеличении заглубления переплета возрастает экранирующий эффект откосов.

Однако в современном строительстве используются и другие способы установки оконных блоков, в том числе непосредственно в пределах теплоизоляционного слоя без устройства перемычки. При этом для крепления конструкции заполнения используются соответствующие закладные детали типа стальных кронштейнов и уголков. Эти элементы, разумеется, также являются существенными теплопроводными включениями, и их наличие в значительной мере сводит на нет повышение теплотехнической однородности стены за счет отсутствия непосредственного контакта конструктивных слоев. Рассмотрим теперь, что происходит с минимальной температурой на внутренней поверхности примыкания оконного блока к откосу при перемещении заполнения по сечению проема от наружной плоскости фасада, в том числе и в пределы конструктивного слоя. Заметим, что с точки зрения удобства монтажа и прочности наиболее целесообразным является именно последний вариант, поскольку требует наименьшего числа крепежных средств.

Для решения поставленной задачи также требуется расчет двумерного температурного поля в сечении узла примыкания. Чтобы отвлечься от дополнительных локальных эффектов, вызываемых наличием точечных или близких к ним теплотехнических неоднородностей в виде дюбелей и кронштейнов, исследуем сечение горизонтальной плоскостью, где данные детали отсутствуют, т. е. для боковых поверхностей откосов. Температурное поле здесь описывается дифференциальным уравнением теплопроводности в стационарном режиме (уравнение Лапласа) для двумерного случая (Теория тепломассообмена / Под ред. А.И. Леонтьева. М.: МГТУ; 1997. 684 с.):

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 t}{\partial y^2}=0, \qquad (1)$$

где t – температура, °С, в сечении конструкции в точке с координатами x и y, м.

Данное уравнение решается при граничных условиях 3-го рода, характеризующих связь интенсивности теплообмена на поверхностях конструкции с градиентом температуры в его массиве. В частности, для внутренней поверхности соответствующее выражение можно записать так:

$$-\lambda_{в}\left(\frac{\partial t}{\partial n}\right)_{в}=\alpha_{в}(t_{в}-\tau_{в}), \qquad (2)$$

где n – расстояние по внутренней нормали к поверхности конструкции, м; $\lambda_{в}$ – теплопроводность материала у этой поверхности, Вт/(м·К); $t_{в}$ – температура внутреннего воздуха в помещении, °С; $\tau_{в}$ – температура поверхности в рассматриваемой точке, °С; $\alpha_{в}$ – коэффициент полного теплообмена на внутренней поверхности, Вт/(м²·К). Аналогичное соотношение можно составить и для наружной поверхности, но в этом случае индексы «в» у используемых переменных следует заменить на «н». На стыке материальных слоев используется граничное условие 4-го рода, выражающее непрерывность температурного поля и плотности потока теплоты.

В расчетах значения $\alpha_{в}$ были приняты по СП 50.13330.2012 в размере 8,7 Вт/(м²·К) для несветопрозрачной части конструкции и 8 Вт/(м²·К) – для светопрозрачной. Величина $\alpha_{н}$ была взята равной 23 Вт/(м²·К) также по СП 50.13330.2012. Теплопроводность слоя утеплителя $\lambda_{ут}$ учитывалась в размере 0,035 Вт/(м·К) для изделий теплоизоляционных из каменной ваты непосредственно по данным производителя, для остальных материалов – по Приложению Т СП 50.13330.2012, а именно 0,05 Вт/(м·К) для монтажной пены (пенополиуретан); 0,76 Вт/(м·К) для стекла в заполнении светопроема; 58 Вт/(м·К) для стальных элементов и 2,04 Вт/(м·К) для железобетонного слоя с учетом усло-

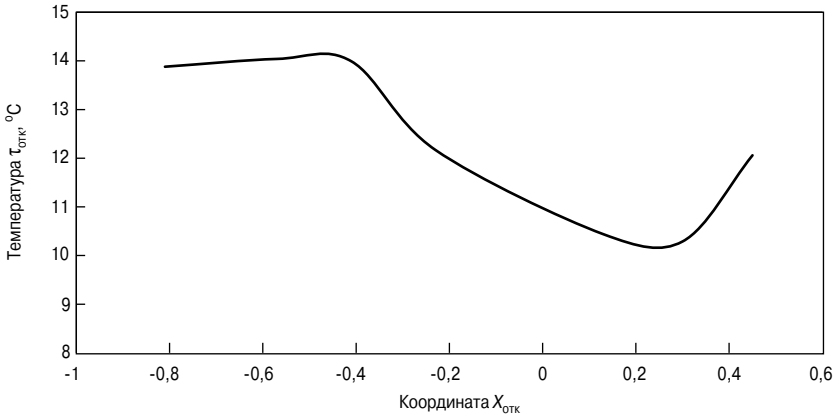


Рис. 1. *Изменение величины $\tau_{отк}$ при перемещении заполнения по сечению проема*

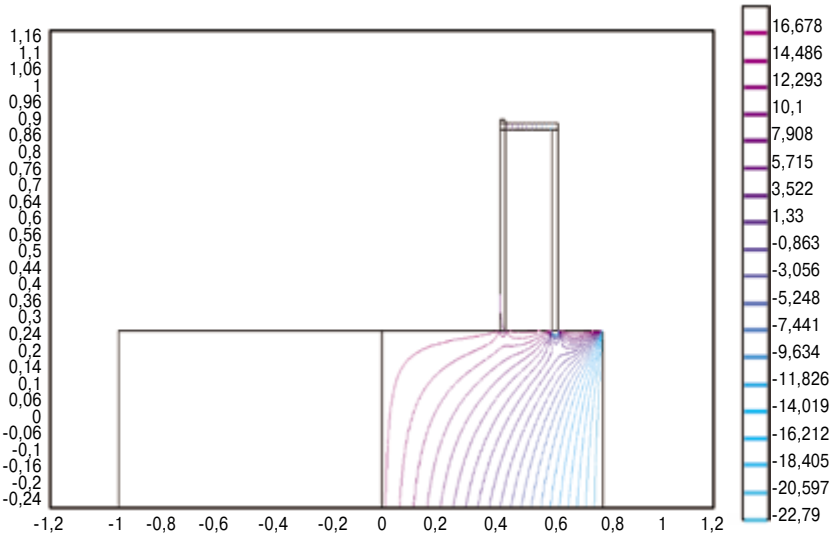


Рис. 2. *Температурное поле сечения оконного откоса при размещении заполнения в теплоизоляционном слое ($x_{отк}$ = 0,45)*

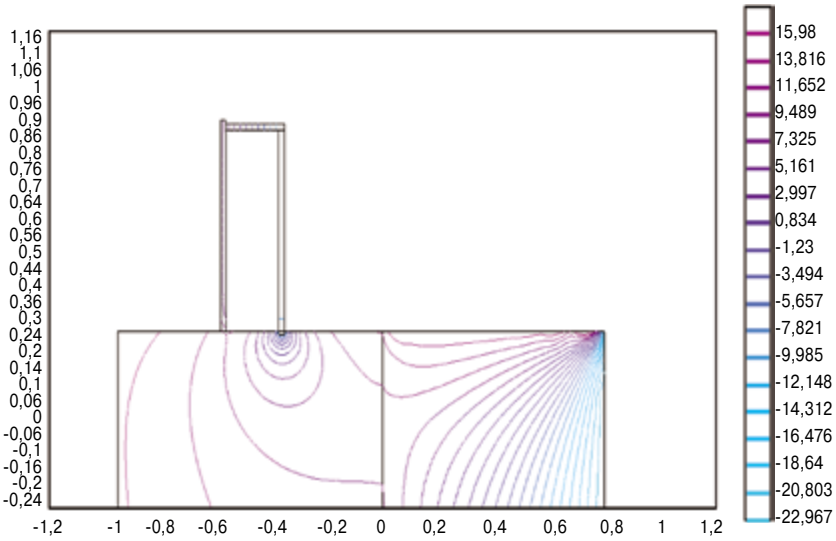


Рис. 3. *Температурное поле сечения оконного откоса при размещении заполнения в конструктивном слое ($x_{отк}$ = -0,57)*

вий эксплуатации конструкций «Б». Температура $t_в$ была принята равной +20°С по требованиям ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата помещений» для рядовых жилых комнат, а для наружного воздуха величина $t_н$ = -25°С для наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (параметры «Б») в г. Москве по данным СП 131.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-01–99* «Строительная климатология».

При вычислениях использовалась одна из существующих программ для ЭВМ, в основе алгоритма которой лежит аппроксимация уравнения (1) с учетом условий типа (2) методом конечных элементов. В силу сложной геометрии рассматриваемой области использование аналитических методов, как это было сделано, например, в [4], здесь крайне затруднительно, поэтому большинство отечественных и зарубежных авторов, исследующих сходные вопросы, пользуются именно численным моделированием [5–9]. На рис. 1 показан результат определения основной интересующей нас величины – температуры $\tau_{отк}$ на внутренней поверхности оконного блока в зоне примыкания. Координата $x_{отк}$ соответствует изображению сечения откоса и его температурного поля на рис. 2 и 3. Здесь одна единица x соответствует 200 мм толщины конструкции. Теплоизоляционный слой находится справа, со стороны наружного воздуха, конструктивный – слева, причем за x = 0 выбрано положение стыка слоев, а их толщина – исходя из выполнения требований табл. 3 СП 50.13330.2012 для климатических условий Москвы.

Таким образом, при размещении заполнения в пределах теплоизоляционного слоя значение $\tau_{отк}$ в целом значительно ниже, чем в случае, когда оконный блок устанавливается в слое конструктивном, причем в поведении $\tau_{отк}$ наблюдается достаточно хорошо выраженный минимум при $x_{отк}$ около 0,26. Если теперь учесть, что точка росы для внутреннего воздуха при $t_в$ = +20° и относительной влажности $\varphi_в$ = 55% (расчетные значения по СП 50.13330.2012 для жилых зданий) составляет $t_р$ = +10,4°, то можно получить, что установка заполнения посередине слоя утеплителя оказывается наиболее невыгодной с теплотехнической точки зрения, поскольку при этом величина $\tau_{отк}$ оказывается в опасной близости к $t_р$.

В то же время размещение оконного блока в конструктивном слое, помимо уже указанных удобств монтажа, обеспечивает и достаточно значительное превышение $\tau_{отк}$ над точкой росы, во всяком случае, если заполнение устанавливается не слишком близко к стыку слоев. Данный результат можно объяснить тем обстоятельством, что, поскольку теплопроводность железобетона существенно выше теплопроводности материала утеплителя (в данном случае в 58 раз) и даже выше теплопроводности стекла и тем более других материалов, используемых в конструкции оконного блока, установка заполнения в конструктивном слое значительно меньше нарушает равномерность температурного поля. Очевидно, дополнительные теплопотери через оконные откосы при этом также будут ниже, а коэффициент теплотехнической однородности стены выше. Это подтверждается и данными по коэффициентам, отражающим удельные потери теплоты линейными элементами ограждений, приведенными в СП 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей».

Таким образом, и для рассмотренной конструкции подтверждается вывод, сделанный ранее автором в работе [1], относительно большей целесообразности размещения оконного блока ближе к внутренней поверхности стены. Данное соображение дополнительно подкрепляется тем, что конструктивный слой, в котором, как было установлено выше, желательно устанавливать заполнение, как правило, находится также именно со стороны помещения (В.Н. Богословский. Строительная теплофизика. М.: Высшая школа, 1982. 415 с.), и почти по той же причине – исходя из выполнения требований безопасности, связанных с отсутствием накопления влаги в толще конструкции. Тем не менее окончательное решение должно приниматься на основе комплексного учета всех факторов, влияющих на тепловлажностный режим ограждений и микроклимат помещения, а также при обеспечении требуемой естественной освещенности помещений.

Список литературы

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // *Строительные материалы.* 2010. № 12. С. 4–12.
2. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учет теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих

References

1. 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).
2. Gagarin V.G., Dmitriev K.A. Account of thermal non-uniformities during estimation of thermal performance of

конструкций в России и европейских странах // *Строительные материалы.* 2013. № 6. С. 14–16.
3. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. М.: АСВ, 2014. 296 с.
4. Самарин О.Д. Расчет температуры на внутренней поверхности наружного угла здания с современным уровнем теплозащиты // *Известия вузов. Строительство.* 2005. № 8. С. 52–56.
5. Кривошеин А.Д. К вопросу о проектировании тепловой защиты светопрозрачных и непрозрачных конструкций [электронный ресурс] http://odf.ru/k-voprosu-o-proektirovanii-tep-article_579.html (дата обращения: 28.02.2016).
6. Верховский А.А., Нанасов И.И., Елизарова Е.В., Гальцев Д.И., Щередин В.В. Новый подход к оценке энергоэффективности светопрозрачных конструкций // *Светопрозрачные конструкции.* 2012. № 1 (81). С. 10–15.
7. Brunner G. Heat transfer // S*upercritical fluid science and technology.* 2014. Vol. 5. P. 228–263.
8. Horikiri K., Yao Y., Yao J. Modelling conjugate flow and heat transfer in a ventilated room for indor thermal comfort assessment // *Building and Environment.* 2014. Vol. 77. P. 135–147.
9. Tae Sup Yun, Yeon Jong Jeong, Tong-Seok Han, Kwang-Soo Youm. Evaluation of thermal conductivity for thermally insulated concretes // *Energy and Buildings.* 2013. Vol. 61. P. 125–132.

building enclosures in Russia and European countries. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2013. No. 6, pp. 14–16. (In Russian).
3. Samarin O.D. Teplofizika. Energosberezheniye. Energoeffektivnost' [Thermal physics. Energy saving. Energy efficiency]. Moscow: ASV, 2014. 296 p. (In Russian).
4. Samarin O.D. Calculation of temperature in the internal surface of the external corner of a building with modern level of thermal protection. *Izvaetiya vuzov. Stroitel'stvo.* 2005. No. 8, pp. 52–56. (In Russian).
5. Krivoshein A.D. K voprosu o proektirovanii teplovoy zashityi svetoprozrachnyikh I neprozrachnyikh konstruktsiy [On the question of design of thermal protection of translucent and opaque constructions]. [electronic resource] http://odf.ru/k-voprosu-o-proektirovanii-tep-article_579.html (date of treatment: 28.02.2016). (In Russian).
6. Verkhovsky A.A., Nanasov I.I., Yelizarova E.V., Galtsev D.I., Shcheredin V.V. A new approach to the estimation of energy efficiency of transparent constructions. *Svetoprozrachnye konstruktsii.* 2012. No. 1 (81), pp. 10–15. (In Russian).
7. Brunner G. Heat transfer. *Supercritical fluid science and technology.* 2014. Vol. 5, pp. 228–263.
8. Horikiri K., Yao Y., Yao J. Modelling conjugate flow and heat transfer in a ventilated room for indor thermal comfort assessment. *Building and Environment.* 2014. Vol. 77, pp. 135–147.
9. Tae Sup Yun, Yeon Jong Jeong, Tong-Seok Han, Kwang-Soo Youm. Evaluation of thermal conductivity for thermally insulated concretes. *Energy and Buildings.* 2013. Vol. 61, pp. 125–132.

УДК 624.012.3

В.В. БАКРЫШЕВА, инженер (lera.bakrysheva@gmail.com)

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

Расчетный анализ работы крупнопанельного здания с учетом неравномерности осадок: методика и пример расчета

Рассматриваются особенности расчета крупнопанельных зданий, претерпевающих неравномерные осадки. Предложен подход к расчету, основу которого составляет пространственное моделирование здания в целом с учетом работы стыков панелей во всех направлениях. При этом стык панелей рассчитывается на воздействие шести составляющих усилий и перемещений, что позволяет определить предельное состояние конструкций при взаимодействии здания и основания. Реализация предлагаемого подхода позволяет получить инструмент для расчетной оценки допускаемых величин неравномерных осадочных деформаций здания. Предложенный подход реализован на примере расчетного анализа реального панельного здания с платформенными стыками, построенного в Санкт-Петербурге, которое, по данным длительных натурных наблюдений за период строительства и эксплуатации накопило неравномерность осадок более 400 мм.

Ключевые слова: *крупнопанельное здание, платформенный стык, пространственный расчет, численное моделирование, неравномерные осадки, взаимодействие здания и основания.*

Для цитирования: Бакрышева В.В. Расчетный анализ работы крупнопанельного здания с учетом неравномерности осадок: методика и пример расчета // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 34–40.

V.V. BAKRYSHEVA, Engineer (lera.bakrysheva@gmail.com)
Saint-Peterburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2nd Krasnoarmeiskaya Street, 190005, St. Petersburg, Russian Federation)

Calculation Analysis of Operation of a Large-Panel Building with Due Regard for Unevenness of Settlements: Procedure and Calculation Example

Features of the design of large-panel buildings undergoing differential settlements are considered. An approach to the design, the basis of which is a spatial simulation of a building as a whole with due regard for operation of panel joints in all directions, is proposed. At that, a panel joint is calculated for the impact of six componental forces and displacements that makes it possible to determine the limit state of structures when the building and its foundation interact. Implementation of the proposed approach makes it possible to obtain an instrument for the calculated evaluation of permissible values of uneven settlement deformations of the building. The proposed approach is implemented on the example of the design analysis of the real panel building with platform joints built in St. Petersburg which, according to the data of long field observations during the period of construction and operation, collected the unevenness of settlements more than 400 mm.

Keywords: large-panel building, platform joint, spatial calculation, numerical simulation, uneven settlements, interaction of building and base.

For citation: Bakrysheva V.V. Calculation analysis of operation of a large-panel building with due regard for unevenness of settlements: procedure and calculation example. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 34–40. (In Russian).

Во второй половине XX в. перед строительной отраслью России стояла задача возведения большого объема жилых и общественных зданий с наименьшими затратами и максимальной индустриализацией строительных работ [1–3]. В связи с этим широкое распространение получила технология панельного домостроения, и на сегодняшний день имеется огромное количество существующих крупнопанельных домов, расчетный срок службы для многих из которых приближается к концу. В связи с этим возникает вопрос об определении остаточного эксплуатационного ресурса этих зданий. Остаточный ресурс определяется фактическим техническим состоянием сборных панелей и стыков. На их техническое состояние влияют в том числе накопленные деформации в результате длительного взаимодействия здания и основания.

В инженерно-геологических условиях Петербурга, которые характеризуются распространением водонасыщенных глинистых грунтов малой и средней степени литификации (так называемых слабых глинистых грунтов), консолидация которых происходит в течение длительного периода времени, и в других регионах (где наблюдаются карстовые процессы, подработка территорий и т. д.) со временем у зданий развиваются неравномерные осадки. Рекомендуемые значения предельных допустимых деформаций основания зданий приведены в СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» и для многоэтажных бескаркасных зданий с несущими стенами из крупных панелей предельная относительная разность осадок в нормативном документе ограничивается значением 0,0016. Однако обоснование назначения в нормах данной величины отсутствует, и она получена на основе обобщения имеющегося опыта строительства данного типа зданий.

Исследования, выполненные В.А. Васениным, показывают, что длительные неравномерные осадки зданий протекают в условиях Санкт-Петербурга на протяжении десятилетий и даже столетий. Это ставит под сомнение

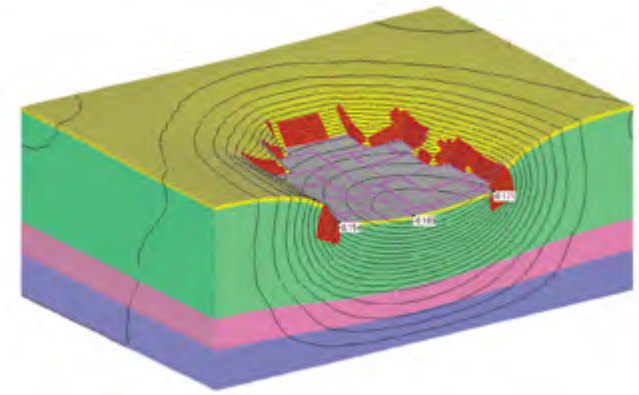


Рис. 1. *Деформированная схема и изолинии осадок (м) фундаментной плиты и окружающего грунта [11]*

правомочность самого термина «конечная осадка» [4]. Современные нивелировки зданий, построенных в довоенное время, наблюдения за которыми начинал еще профессор Н.А. Цытович, показали, что здания на естественном основании претерпевают интенсивные деформации в течение первых 3–4 десятилетий после их возведения, а затем их осадки переходят в незатухающую фазу «вековой» ползучести [5].

Исходя из этих особенностей деформирования грунтов основания представляется необходимым подходить к оценке остаточного эксплуатационного ресурса зданий с учетом совместной работы их наземных конструкций и основания.

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция возврата к сборному домостроению [6–10]. Сегодня до 30% строящихся зданий возводится из сборных панелей. Очевидно, что вопрос учета взаимодействия зданий и их оснований актуален и для новостроек. Действующий Федеральный закон 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» содержит прямые указания на необходимость учета взаимодействия конструкций между собой и с основанием, а также на необходимость учета нелинейных и реологических свойств материалов и грунтов.

Следует отметить, что в настоящее время не имеется методики обоснования предельных деформаций основания зданий, соответствующих аварийному состоянию крупнопанельного здания, и методов определения запаса несущей способности, связанного с неравномерными осадками конструкций.

Эффект взаимодействия здания и основания.

Проиллюстрировать эффект взаимодействия здания и основания можно на расчетах фундаментной плиты, проектируемой под 16-этажный жилой дом. В случае, если проектирование идет раздельно, усилия от здания передаются на плиту в расчетной модели в виде распределенных нагрузок от стен здания. Приложение таких нагрузок вызывает не только развитие осадок, но и изгиб фундаментной плиты (рис. 1) [11].

Очевидно, что такая картина деформирования фундаментной плиты совершенно не соответствует действительности, поскольку несущие стены 16-этажного здания не могут позволить развиться деформациям фундаментной плиты в виде прогиба. В реальности, если учитывается жесткость этих стен, основание будет работать, как под

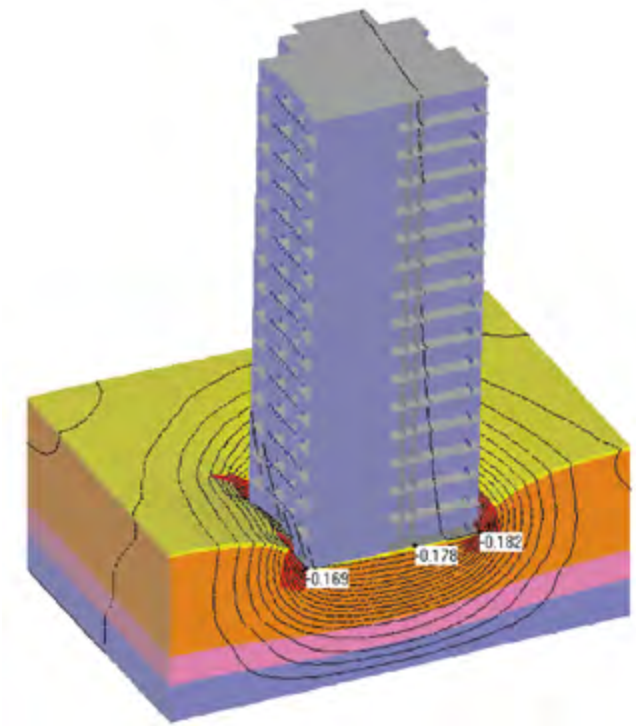


Рис. 2. *Деформированная схема и изолинии осадок (м) здания и окружающего грунта (разрез) [11]*

жестким штампом (рис. 2). Выравнивание контактной эпюры деформаций обусловливает концентрацию напряжений в конструкциях нижней части здания. Нормальные усилия увеличиваются в краевых зонах втрое, а в средней части имеет место почти троекратная разгрузка.

Эффект концентрации напряжений в краевых зонах конструкций здания наблюдается и при совместных расчетах зданий на свайных фундаментах. В этом случае перераспределение напряжений проявляется в увеличении усилий в крайних сваях и снятии нагрузок со свай, находящихся в центральной части.

Для протяженных зданий отмеченный эффект проявляется в их поперечных сечениях. В продольном направлении пространственная жесткость здания ниже и поэтому она в существенно меньшей степени влияет на выравнивание эпюры осадок.

Особенностью крупнопанельных зданий является то обстоятельство, что концентрация усилий, обусловленных их взаимодействием с основанием, сосредоточивается в стыках панелей. Именно состояние стыка является определяющим в оценке механической безопасности панельного здания. В связи с этим остановимся на особенностях подхода к расчету крупнопанельного здания.

Последовательность расчетного анализа крупнопанельного здания.

Обычная процедура расчета крупнопанельного здания состоит в создании пространственной схемы с заданием жесткостей элементам стыков. Жесткости вычисляются аналитически по Пособию по проектированию жилых зданий. Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85) (М.: ЦНИИЭП жилища Госкомархитектуры, 1989.). Напряжения в стыках сравниваются с их прочностью на вертикальную нагрузку. Считается, что соблюдения условия

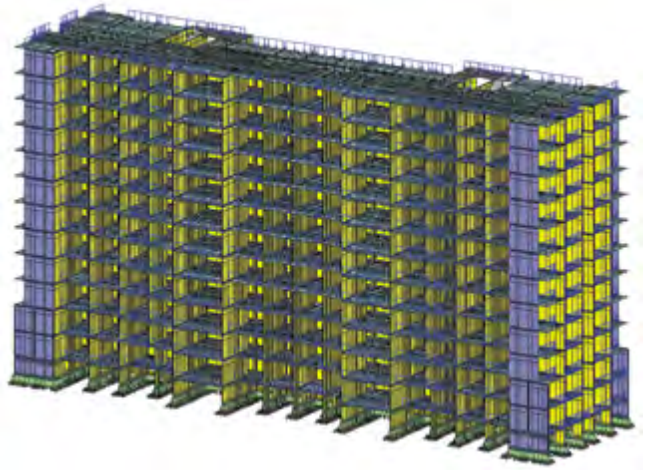


Рис. 3. *Общий вид расчетной схемы крупнопанельного здания в программном комплексе FEM models*

прочности на восприятие вертикальной нагрузки в стыках достаточно для обеспечения механической безопасности стыков. Такой подход представляется не вполне корректным, поскольку, стык в общем случае находится в сложном напряженно-деформированном состоянии, обусловленном в том числе взаимодействием здания и основания, что отмечалось выше.

Следовательно, необходимо выполнять пространственные расчеты крупнопанельного здания в целом и моделирование работы стыка панелей.

Численный расчет крупнопанельного здания в пространственной постановке может выполняться в различных программных комплексах, например, LIRA-SAPR, SCAD, RobotSA, FEM models и др. Моделирование панелей и стыков крупнопанельного здания в различных вычислительных комплексах различается, может осуществляться с помощью двухузловых связей или четырехузловых с распределенной жесткостью.

Общими трудностями численных расчетов панельных зданий являются высокая трудоемкость построения расчетной модели здания, в том числе задание жесткостей элементов, моделирующих работу стыка панелей; количество конечных элементов и соответственно объем вычислений при решении задачи; учет нелинейной работы материалов и стыков. Однако данный расчет позволяет учитывать со-

Рис. 4. *Вид на здание по ул. Яхтенной, д. 4, к. 4*

вместную пространственную работу элементов конструкций здания и является обязательной частью проекта строительства крупнопанельного здания (в том числе в соответствии с новым СП «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования»). Результатами расчета объемной схемы здания являются усилия и перемещения элементов панелей и стыков.

После выполнения расчетов полной схемы крупнопанельного здания на необходимые сочетания нагрузок и воздействий возникает вопрос об оценке допустимости полученных по результатам расчетов усилий и перемещений. И если с перемещениями и усилиями в панелях в целом все ясно (они для стандартных случаев нормируются СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»), то оценка усилий и перемещений, возникающих в стыках крупнопанельного здания, описана в строительных нормах весьма кратко.

Под расчетом стыка панельного здания в технической литературе, в том числе в нормативных документах, подразумевается определение прочности стыка на действие вертикальной нагрузки. Вес вышележащих этажей действительно является основной нагрузкой, воспринимаемой горизонтальным стыком стеновых панелей. Однако в большинстве случаев стык находится в сложном напряженно-деформированном состоянии, и возможны расчетные ситуации, когда другие пять компонентов усилий будут оказывать значительное влияние на прочность стыка: растяжение и поворот плит перекрытий при неравномерных осадках здания, сдвиг в горизонтальных швах от го-

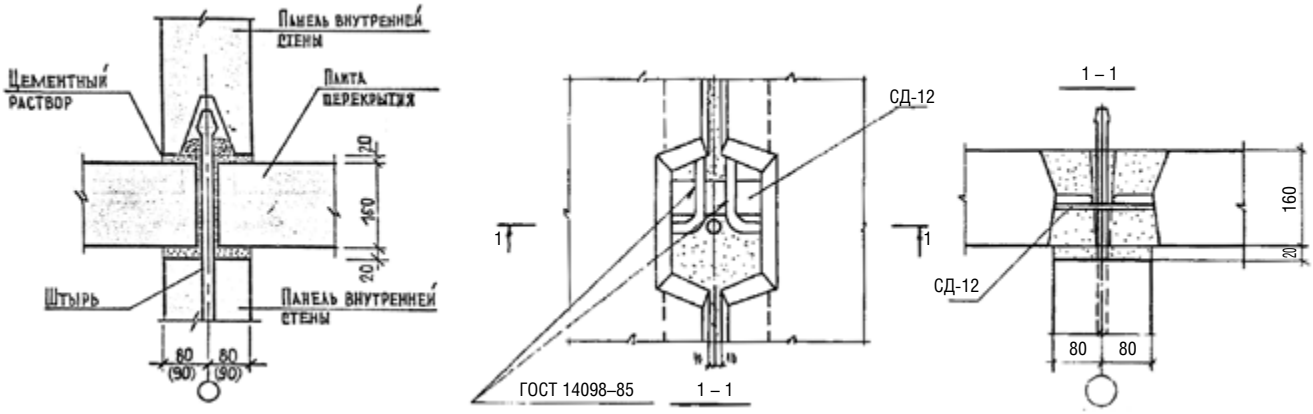


Рис. 5. *Платформенный стык (чертежи института «ЛЕННИИПРОЕКТ»)*

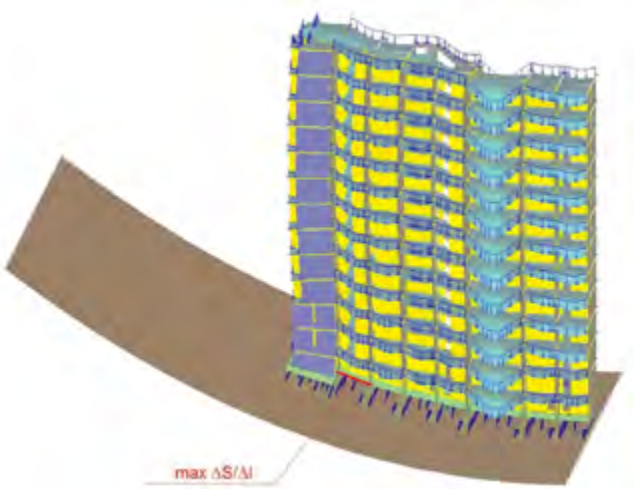


Рис. 6. *Деформированная расчетная схема здания на жесткой пластине с заданным радиусом кривизны*

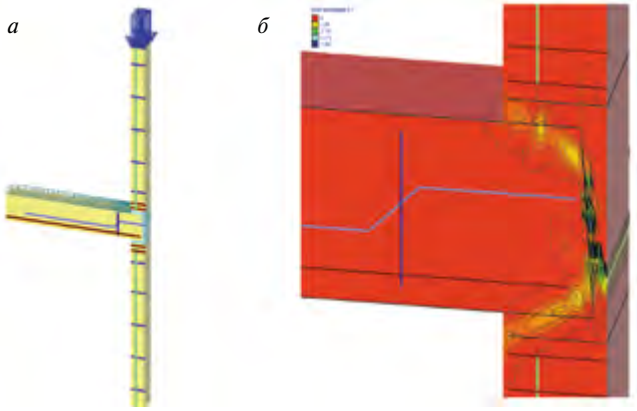


Рис. 7. *Моделирование работы платформенного стыка: а – расчетная модель; б – изолинии приращения касательных напряжений при разрушении (характер разрушения стыка)*

ризонтальных нагрузок (ветровых, сейсмических и т. д.) и при температурных воздействиях и др. В соответствии с этим расчет стыка должен выполняться на действие в нем усилий по всем шести степеням свободы (при решении конкретных задач количество типов усилий, на которые необходимо рассчитывать стык, возможно сократить, проанализировав особенности работы стыков в конкретных условиях). Данные задачи необходимо решить для каждого типа стыков (с одинаковой толщиной растворных швов, марками бетона и раствора и т. д.). Результаты решения используются далее при моделировании стыков в пространственной модели здания.

При неравномерных осадках здания основной расчетной ситуацией будет являться возникновение горизонтальных сил между плитами перекрытий (из-за прогиба здания – основного вида деформаций сооружений совместно с основанием) и изгибающих моментов в них (из-за разной величины осадок соседних несущих стен).

При расчете стыка на действие в нем определенного вида усилий стык моделируется объемными элементами (участки панелей и плит перекрытий и раствор). Арматуру и закладные детали возможно задавать стержневыми конечными элементами. Приложение нагрузки (перемещения) к элементам выполняется ступенями.

По результатам расчета стыка определяются предельные усилия, действующие в стыке (или предельные перемещения), которые могут приводить к его разрушению, и получается график зависимости перемещений от усилий, развивающихся в стыке. При этом для корректного учета работы материала в сложном напряженном состоянии в стыке необходимо использовать модели, отражающие нелинейную работу материалов, например, модель, приведенную в работах Н.И. Карпенко [13]. Следует отметить, что для применения таких моделей требуются специальные исходные данные по свойствам бетона и раствора.

Полученные графики зависимости перемещений от усилий, возникающих в стыке, необходимо использовать при расчете пространственной схемы крупнопанельного здания для отображения нелинейной работы стыков здания и учета пространственной работы конструкций здания.

При моделировании различной неравномерности осадок здания (например, заданием радиуса кривизны жесткой пластине, на которую установлено здание) можно определить допустимые значения неравномерности осадок здания.

Предлагаемый подход позволяет определить и обосновать расчетным методом значения предельно допустимых усилий и деформаций (перемещений) в стыках крупнопанельных зданий, а также определить предельные воздействия и нагрузки, соответствующие аварийному состоянию здания. Описанный подход позволяет выполнять расчеты крупнопанельных зданий с учетом пространственной работы конструкций и особенностей работы стыков панелей.

Пример расчета крупнопанельного здания.

Рассмотрим пример расчета крупнопанельного здания с платформенными стыками, получившего существенные деформации. За осадками здания, построенного в Санкт-Петербурге на ул. Яхтенной, д. 4, к. 4, ведутся наблюдения с 1989 г., с начала его строительства (рис. 4). На 2011 г. максимальная осадка одной из деформационных марок, установленных на цоколе здания, составила 526 мм, разница значений между марками с максимальной и минимальной осадками достигает 412 мм, а относительная разность осадок между точками, расположенными на расстоянии 20 м друг от друга, превысила 0,008, что в пять раз выше предельного значения, указанного в СП 22.13330.2011. Размеры здания в плане составляют 65х15,6 м. Здание построено

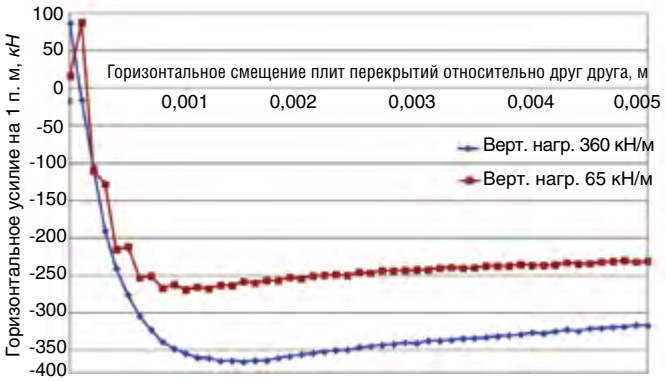


Рис. 8. *Зависимость горизонтальных усилий в плитах перекрытия на 1 п. м стыка (т) от горизонтального смещения плит перекрытий относительно друг друга (м)*

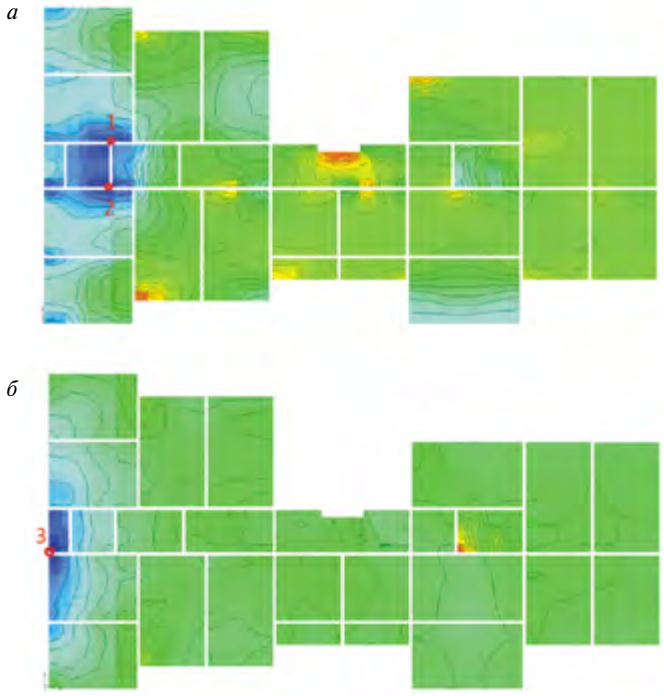


Рис. 9. *Напряжения в плитах надподвального перекрытия: а – вдоль продольной оси здания; б – вдоль поперечной оси здания*

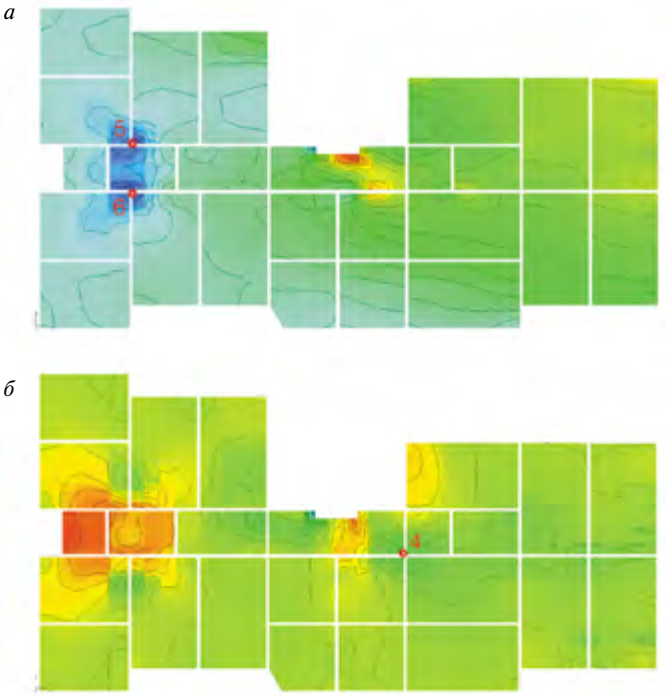


Рис. 10. *Напряжения в плитах чердачного перекрытия: а – вдоль продольной оси здания; б – вдоль поперечной оси здания*

по типовому проекту серии 137.11 (разработана институтом «ЛЕННИИПРОЕКТ»), с устройством платформенных стыков панелей (рис. 5). Фундаментом здания служит свайное основание со сваями длиной 8 м. Под частью здания забиты сваи длиной 24 м; головы 24-метровых свай при строительстве были вырублены из ростверка, однако сваи работают как армирующие элементы грунта основания здания. В целом на площадке до глубины 21 м распространены слабые грунты, с модулем деформации не выше 10 МПа; в верхней зоне геологического разреза расположены намывные грунты мощностью около 5 м. Длинные сваи, совместно с примыкающим соседним корпусом, а также возможно конструктивные особенности здания вызывают неравномерные осадки и крен жилого дома. На сегодняшний день в конструкциях здания имеются дефекты: трещины осадочного происхождения в наружных стеновых панелях и стеновых панелях чердака; раскрытие вертикальных стыков между панелями; трещины в месте анкеровки закладных деталей, смещение лестничных площадок и маршей. При этом здание продолжает эксплуатироваться.

По проекту здания (Проект унифицированной 12-этажной торцевой стыковочной блок-секции на 59 квартир серии 137.11 для строительства в Ленинграде. ЛЕННИИПРОЕКТ, 1984), полученному в архиве ОАО «ЛЕННИИПРОЕКТ», в программном комплексе «FEM models» была составлена расчетная схема (рис. 6). Расчет выполнялся с учетом симметрии для половины здания (для одной секции). Стыки панелей моделировались специальными конечными элементами, которые работают с учетом жесткости стыков во всех шести направлениях.

Для оценки допустимости для здания неравномерностей осадок зданию задавались деформации с различным радиусом кривизны. По результатам расчетов были получены напряжения и перемещения в стыках панелей, формы деформаций конструкций здания.

Для анализа допустимости напряжений и деформаций платформенного стыка, полученных при расчете панельного здания, была построена отдельная объемная модель платформенного стыка (рис. 7, *а*). С учетом симметрии моделировалась половина стыка. Арматура и закладные детали задавались стержневыми конечными элементами; бетон и цементно-песчаный раствор – в соответствии с рекомендациями [12] упругопластической моделью с предельной поверхностью, описываемой критерием прочности Кулона. При этом параметры c и φ определялись по формулам:

$$\varphi = a\sin\left(\frac{R_b - R_{bt}}{R_b + R_{bt}}\right); \qquad c = \frac{R_b \cdot (1-\sin\varphi)}{2\cos\varphi}.$$

Расчет стыка выполнялся на действие горизонтальных растягивающих усилий между плитами перекрытий панельного здания, т. е. на выдергивание плит перекрытий из платформенного стыка, что главным образом происходит при неравномерных осадках панельного здания. Разрушение стыка при расчете произошло по наклонным поверхностям в бетоне и растворе стыка, что видно на рис. 7, *б* по изолиниям приращения деформаций в бетоне при разрушении. График горизонтальных усилий в плитах перекрытий в зависимости от горизонтального смещения плит перекрытий друг относительно друга при различной вертикальной нагрузке, действующей на стеновые панели (для верхних и для нижних этажей), приведен на рис. 8.

По результатам расчета определены предельные усилия растяжения в плитах перекрытий, которые могут приводить к разрушению платформенного стыка. При этом следует учитывать, что в использованной модели [13] отсутствуют ограничения уровня напряжений в сложном на-

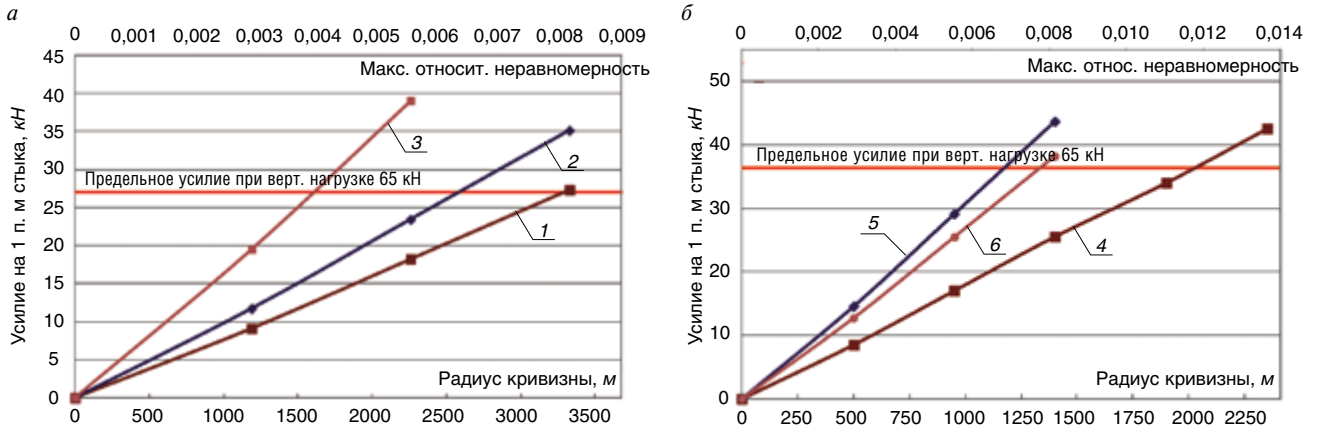


Рис. 11. *Зависимости усилий между плитами перекрытий от радиуса кривизны основания и максимальной относительной неравномерности осадок: а – для надподвального перекрытия; б – для чердачного перекрытия. 1 – точка 1; 2 – точка 2; 3 – точка 3; 4 – точка 4; 5 – точка 5; 6 – точка 6*

пряженном состоянии (в частности, при равнообъемном сжатии). Это приводит к возможности работы материала при напряжениях $\sigma_3<R_b$ при условии $\sigma_2<\sigma_1<0$ (предел прочности на сжатие может быть превышен при наличии сжатия в других направлениях, при этом сжатие считается отрицательным).

По результатам расчетов конструкций крупнопанельного здания с различной кривизной основания (по схеме на рис. 5) были получены зависимости напряжений между плитами перекрытий от радиуса кривизны основания и максимальной относительной неравномерности осадок, приведенные на рис. 11, для точек конструкций, обозначенных на рис. 9 и 10.

Примечание: на рис. 9, 10 красный цвет соответствует сжимающим напряжениям в плитах перекрытий, синий – растягивающим

По результатам выполненных расчетов на примере дома 4, к. 4 по ул. Яхтенной при допускаемой по СП 22.13330 неравномерности деформаций (0,0016) предельных усилий в стыках не наблюдается, что свидетельствует о корректности принятых ограничений. При превышении допустимых неравномерностей осадок примерно вдвое усилия в платформенных стыках достигают предельных значений (стыки должны начинать работать существенно нелинейно), при неравномерности деформации 0.008 превышение предельных усилий в стыках наблюдается в нескольких точках.

Выводы

1. Расчетный анализ показывает, что для платформенного стыка крупнопанельных зданий весьма существенным является учет работы стыка на действие шести компонентов усилий и смещений. Для крупнопанельных зданий учет неравномерности осадочных деформаций является чрезвычайно важным для обеспечения механической безопасности стыка панелей.

2. Предлагаемый подход к расчету крупнопанельных зданий совместно с детальными расчетами стыков панелей позволяет определить предельные расчетные значения неравномерностей осадок для панельных зданий и с учетом необходимой степени надежности и коэффициентов запаса обосновать рекомендуемые ограничения деформаций основания фундаментов панельных зданий.

Список литературы

1. Усманов Ш.И. Формирование экономической стратегии развития индустриального домостроения в России // Политика, государство и право. 2015. № 1 (37). С. 76–79.
2. Антипов Д.Н. Стратегии развития предприятий индустриального домостроения // Проблемы современной экономики. 2012. № 1. С. 267–270. № 10 (87). С. 24–27.
3. Дубынин Н.В. От крупнопанельного домостроения XX в. к системе панельно-каркасного домостроения XXI в. // Жилищное строительство. 2015. № 10. С. 12–27.
4. Васенин В.А. Оценка развития осадок исторической застройки Санкт-Петербурга по результатам наблюдений с конца 19 века // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2013. № 4. С. 2–7.
5. Васенин В.А. Разработка геоинформационной системы по оценке длительных осадок зданий исторического центра Санкт-Петербурга // Инженерные изыскания. 2016. №10–11. С 62–69.
6. Магай А.А., Дубынин Н.В. Крупнопанельные жилые дома с широким шагом несущих конструкций, обеспечивающих свободную планировку квартир // Жилищное строительство. 2016. № 10. С. 21–24.
7. Острецов В.М., Магай А.А., Вознюк А.Б., Горелкин А.Н. Гибкая система панельного домостроения // Жилищное строительство. 2011. № 3. С. 8–11.
8. Николаев С.В. Панельные и каркасные здания нового поколения // Жилищное строительство. 2013. № 8. С. 2–9.
9. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Этенко В.П. Панельно-каркасное домостроение – новый этап развития КПД // Жилищное строительство. 2015. № 2. С. 3–7.
10. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Хаютин Ю.Г. Инновационные системы каркасно-панельного домостроения // Жилищное строительство. 2014. № 5. С. 3–5.
11. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекон-струкция. 2010. 551 с.
12. Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных работах инженерной механики. Запорожье, 2009. 176 с.
13. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. М.: Стройиздат, 1976. 205 с.

References

1. Usmanov Sh.I. Formation of economic strategy of development of industrial housing construction in Russia. *Politika, gosudarstvo i pravo*. 2015. No. 1 (37), pp. 76–79. (In Russian).
2. Antipov D.N. Strategy of development of the enterprises of industrial housing construction. *Problemy sovremennoi ekonomiki*. 2012. No. 1, pp. 267–270. (In Russian).
3. Dubynin N.V. From large-panel housing construction of XX to system of panel and frame housing construction XXI. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 10, pp. 12–27. (In Russian).
4. Vasenin V.A. Development assessment a deposit of historical building of St. Petersburg by results of observations since the end of the 19th century. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2013. No. 4, pp. 2–7. (In Russian).
5. Vasenin V.A. Development of a geographic information system according to long a deposit of buildings of the historic center of St. Petersburg. *Inzhenernye izyskaniya*. 2016. No. 10–11, pp. 62–69. (In Russian).
6. Magay A.A., Dubynin N.V. Large-Panel Residential Buildings with a Broad Step of Bearing Structures, Ensuring the Free Layout of Apartments From large-panel housing construction of XX to system of panel and frame housing construction XXI. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 21–24. (In Russian).
7. Ostretsov V.M., Magay A.A., Voznyuk A.B. , Gorelkin A.N. Flexible System of Panel Housing Construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 8, pp. 8–11. (In Russian).
8. Nikolaev S.V. Panel and Frame Buildings of New Generation. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 8, pp. 2–9. (In Russian).
9. Nikolaev S.V., Shreiber A.K., Etenko V.P. Panel and frame housing construction – a new stage of development of efficiency. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 2, pp. 3–7. (In Russian).
10. Nikolaev S.V., Shreiber A.K., Khayutin Yu.G. Innovative systems of frame and panel housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 3–5. (In Russian).
11. Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical maintenance of development of the cities]. St. Petersburg: Georekonstruktsiya. 2010. 551 p.
12. Klovanich of Page F. Metod konechnykh elementov v nelineinykh rabotakh inzhenernoi mekhaniki [A method of final elements in nonlinear works of engineering mechanics]. Zaporozh'e, 2009. 176 p.
13. Karpenko N.I. Teoriya deformirovaniya zhelezobetona s treshchinami [The theory of deformation of reinforced concrete with cracks]. Moscow: Stroyizdat, 1976. 205 p.

Реклама

ГЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОБСЛЕДОВАНИЯ
ИЗЫСКАНИЯ
ГЕОТЕХНИКА

- АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ;
- ВСЕ ВИДЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ;
- ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ;
- РАСЧЕТЫ ОСНОВАНИЙ И ЗДАНИЙ (СООРУЖЕНИЙ);
- ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ;
- СОХРАНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ;
- НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГЕОТЕХНИКИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОСНОВАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

ПИ «ГЕОРЕКОНСТРУКЦИЯ»
190005, Санкт-Петербург,
Измайловский пр., дом 4
Тел.: +7 (812) 575 35 87
Факс +7 (812) 575 36 25
e-mail: mail@georec.spb.ru
www.georeconstruction.ru

Реклама

ЛИРА-САПР 2017

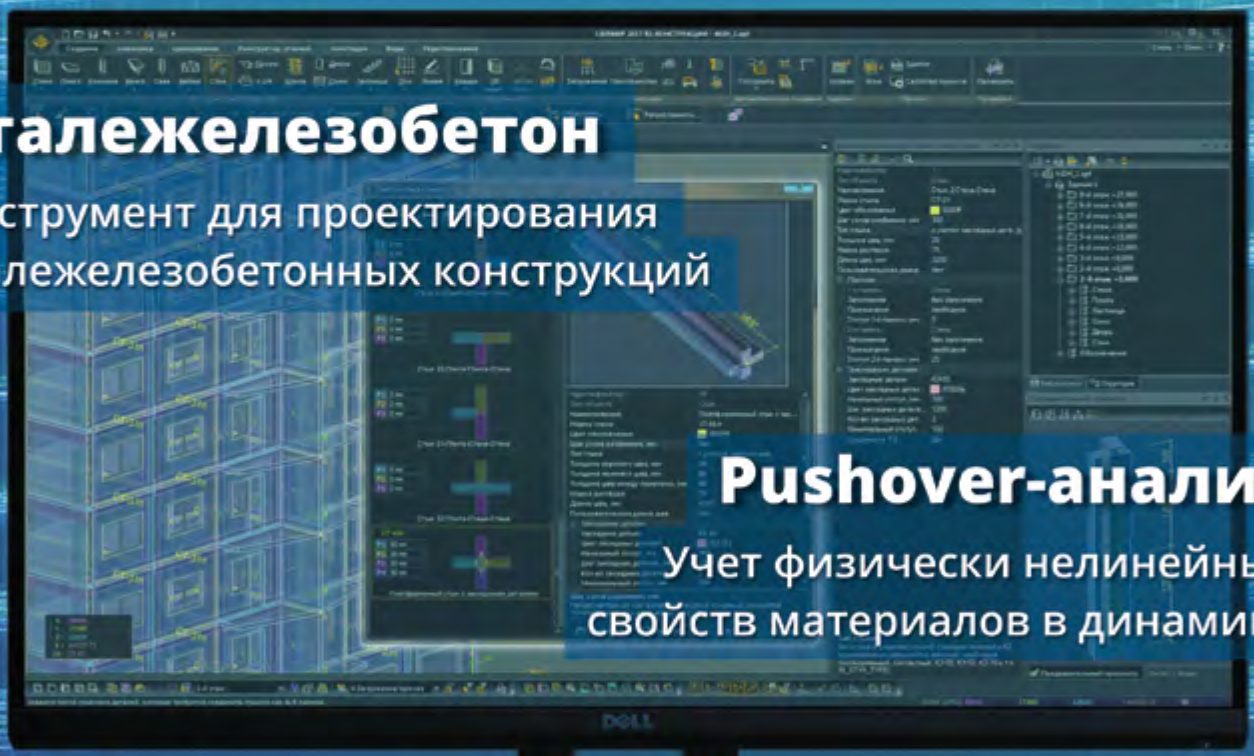
Новое в версии

САПФИР-ПАНЕЛИ

Новая система для проектирования панельных зданий

Кирпич

Расчет каменных и армокаменных конструкций



Сталежелезобетон

Инструмент для проектирования сталежелезобетонных конструкций

Pushover-анализ

Учет физически нелинейных свойств материалов в динамике

Конструктор сечений

Новый конструктор сечений на базе САПФИР

www.rflira.ru
www.liraland.ru

ЛИРА СЕРВИС

Следите за новостями

УДК 69.056.52

Р.Ю. ВОДОПЬЯНОВ, главный инженер (support@rflira.ru)
ООО «Лира сервис» (111141, Москва, ул. Плеханова, 7)

Моделирование и расчет крупнопанельных зданий в ПК ЛИРА-САПР 2017

Панельное домостроение переживает второе рождение. Это заметно и по растущим объемам строительства, и по появлению новых объемно-планировочных и конструктивных решений в области крупнопанельного домостроения. Для выполнения прочностных расчетов нужны удобные многофункциональные инструменты (программные комплексы), позволяющие учитывать особенности таких конструкций. Поэтому в ПК ЛИРА-САПР 2017 появился специальный инструмент для эффективного моделирования и расчета стыков крупнопанельных зданий. Разработан специальный класс информационных объектов – «стык панелей» который позволяет существенно упростить и автоматизировать процесс моделирования стыков панельных зданий с последующей триангуляцией и получением конечно-элементной расчетной схемы. В библиотеке конечных элементов появились новые типы пластинчатых элементов специально для моделирования горизонтального стыка панелей в линейной и физически нелинейной постановке. Нелинейные эффекты таких стыков учитываются как в упрощенной постановке с итерационным уточнением жесткостей стыка, так и с использованием шагового метода, который позволяет довести конструкцию до разрушения, т. е. позволяет моделировать такие воздействия как прогрессирующее разрушение.

Ключевые слова: *Лира-сервис, ПК ЛИРА-САПР, автоматизация проектирования, САПР, расчетные программные комплексы, численное моделирование, МКЭ, прочностной расчет, крупнопанельные здания, моделирование стыков панельных зданий, платформенный стык, физическая нелинейность.*

Для цитирования: Водопьянов Р.Ю. Моделирование и расчет крупнопанельных зданий в ПК ЛИРА-САПР 2017 // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 42–48.

R.Yu. VODOPIANOV, Chief Engineer(support@rflira.ru)
OOO «Lira service» (7, Plekhanova Street, 111141, Moscow, Russian Federation)

Simulation and Computation of Large-Panel Buildings in PC LIRA-SAPR 2017

Panel housing construction is experiencing a rebirth. It is evident both in the growing volumes of construction, and the emergence of new space-planning and constructive solutions in the field of large-panel housing construction. For conducting strength calculations, suitable multi-functional instruments (program complexes) which make it possible to take into account the features of such structures are required. That's why in PC LIRA SAPR 2017, a special instrument for efficient simulation and computation of joints of large-panel buildings appeared. A special class of information objects – "joint of panels", which makes it possible to significantly simplify and automate the process of the simulation of joints of large panel buildings with subsequent triangulation and obtaining of the finite-element calculation scheme has been developed. New types of plate elements have appeared in the library of finite elements for simulating the horizontal joints of panels in linear and physically non-linear formulations. Non-linear effects of such joints are taken into account both in the simplified formulation with iterative refinement of the joint rigidity and with the use of the step-by-step method which makes it possible to bring the structure to fracture, that is makes it possible to simulate such effects as propagating destruction.

Keywords: Lira service, PC LIRA-SAPR, automation of design, SAPR, desing software complexes, numerical simulation, MKE, strength calculation, large-panel buildings, simulation of joints of panel buildings, platform joint, physical non-linearity.

For citation: Vodopianov R.Yu. Simulation and computation of large-panel buildings in PC LIRA-SAPR 2017. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 42–48. (In Russian).

Крупнопанельное домостроение – самый быстрый и экономичный способ возведения зданий. Это мнение профессионального сообщества, обсуждающего задачи и перспективы отрасли на Международной научно-практической конференции «Развитие крупнопанельного домостроения в России – InterConPan», которые в течение семи лет проходят с неизменным успехом [1–2]. И с этим сложно спорить.

Коммерческое монолитное жилье, несмотря на высокую стоимость, остается привлекательным для застройщиков и состоятельных потребителей за счет преимуществ свободной планировки и повышенной этажности. Для остальных слоев населения, а также для выполнения программы «Доступное жилье» застройщики вынуждены искать способы сокращения издержек и возводить жилье эконом-класса, на которое сохраняется относительно высокий спрос, причем не только в секторе государственного финансирования строительных программ, но и в секторе частных инвестиций [3–4]. Т. е. возрождение крупнопанельного (и вообще сборного) домостроения связано с потребностью в недорогом жилье, возводимом в самые короткие сроки и с сохранением высокого качества работ.

При этом применение новых материалов (легких бетонов, эффективных утеплителей и т. п.) увеличивает энергоэффективность и долговечность крупнопанельных зданий [5–6]. А новый подход к объемно-планировочным ре-

шениям, например широкий шаг несущих конструкций [7], позволяет успешно решать проблемы «морального» старения жилых зданий, обеспечивает возможность получения гибкой планировки. Кроме того, активно развиваются варианты решения конструктивных узлов крупнопанельных зданий. Например, разработаны варианты решения вертикальных стыков без сварки на базе различных петлевых стыков, и для них уже разработаны стандарты организации, например СТО 36554501-026–2012 «Рекомендации по расчету и конструированию жилых крупнопанельных домов с применением бессварных вертикальных и горизонтальных стыков на тросовых петлевых соединениях и многопустотными плитами безопалубочного формования». Подобные решения позволяют сделать конструкцию в целом гораздо надежнее и воспринимать значительные усилия, возникающие от сейсмических воздействий или от прогрессирующего разрушения. Что в том числе позволяет расширить область строительства крупнопанельных зданий повышенной этажности на сейсмические районы.

Возрождение интереса к строительству панельных зданий привело к разработке новых норм – СП «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования» (Проект, Вторая редакция), что подчеркивает актуальность вопроса.

Для того чтобы проектировать и выполнять прочностные расчеты таких конструкций, исследовать различные варианты объемно-планировочных и конструктивных решений, нужны удобные многофункциональные инструменты – расчетные программные комплексы. Таким программным комплексом является ПК ЛИРА-САПР. Как и другие комплексы, ПК ЛИРА-САПР позволяет задать сложную геометрию конструкций, учесть физическую, геометрическую и конструктивную нелинейности, поэтапность возведения (монтаж), учесть работу естественного и свайного основания и т. п. Но новая версия ПК ЛИРА-САПР 2017 отличается от остальных наличием специального инструмента для эффективного моделирования и расчета стыков крупнопанельных зданий, и это новое и важное преимущество.

Основное отличие сборных зданий от монолитных состоит в наличии у них особой сущности – стыка сборных элементов и необходимости его адекватного представления в расчетной схеме. Для крупнопанельных зданий это: вертикальный стык между стеновыми панелями (может быть свободным, без связей по высоте этажа, а может содержать точечные сварные связи по закладным деталям, шпонки или непрерывные омоноличенные петлевые или сварные стыки) и горизонтальный стык между стеновыми панелями и плитами перекрытий (также может иметь разную конструкцию: платформенный, контактный и т. д.). Жесткостные и прочностные характеристики стыка определяются многими факторами: марка раствора, величины зазоров между панелями, наличие, способ размещения и характеристики закладных деталей и многое другое.

Проблемам моделирования стыков панельных зданий и определению их жесткостей посвящено множество работ [8–15]. Отдельного внимания заслуживают работы, посвященные расчету панельных зданий на прогрессирующее разрушение (аварийное воздействие, лавинообразное разрушение) [16–17].

Существующие технологии позволяют создать расчетную схему панельного здания с учетом работы стыков (с определенными упрощениями и допущениями), но требуют большой и кропотливой работы. Созданные таким образом схемы обычно трудно редактировать. Поэтому расчеты, связанные с изменением типа стыка или его жесткостных характеристик, требуют много времени, высокой квалификации исполнителя и внимательного отношения к мельчайшим деталям.

Учитывая все трудности, с которыми сталкиваются проектировщики зданий из сборного железобетона, разработчики ЛИРА-САПР в ходе работ над новой версией 2017 г. уделили особое внимание устранению этих проблем и предложили революционные технологические решения.

В результате в препроцессоре ПК ЛИРА-САПР – САПФИР (Система Архитектурного Проектирования, Формообразования И Расчетов) появился специальный класс информационных объектов – «стыки панелей». Стык панелей – это параметрически управляемый элемент модели, наделенный интеллектом. Теперь существенно упрощается назначение стыков в проекте, а процесс редактирования их характеристик (для перебора вариантов конструктивных решений, например) не занимает много времени. Каждый стык сам «знает», в каких ситуациях и для каких конфигураций стыковки панелей он подходит. Благодаря этому стыки сами находят свои места в пространстве модели и размещаются в автоматическом или в автоматизированном режиме. Конструктор может наглядно контролировать типы стыков, обозначаемые марками и цветами, назначать им параметры, определяющие их жесткостные характеристики. Для каждого типа стыка можно определить способ представления его в расчетной схеме, задать шаг размещения узлов для разбивки на конечные элементы, выбрать тип конечных элементов, которыми представлен стык, назначить характеристики элементов. Существует ряд предустановок, позволяющий получать различные варианты стыковки деталей в конечно-элементной расчетной схеме. В частности, стык может быть свободным, шарнирным, жестким или с заполнением специализированными конечными элементами, моделирующими контактный или платформенный стык панелей. Кроме того, конструктор может самостоятельно создавать новые типы стыков, формировать из них библиотеки, переносить из проекта в проект, передавать в виде файлов на другие рабочие места (рис. 1).

В качестве исходных данных для проектирования может использоваться информационная модель здания, сформированная в САПФИР, импортированная из других программ посредством IFC или созданная в автоматизированном режиме на базе плоских поэтажных планов, представленных в формате DXF. Многообразие вариантов обеспечивает удобство интеграции новых инструментов в существующие технологические цепочки проектирования, выстроенные в организациях пользователей на базе программных средств других разработчиков. Такой подход в том числе способствует внедрению BIM-технологий в проектирование.

Если модель здания изначально создана как монолитная без учета разрезки на панели, можно воспользоваться новыми инструментами ручной и автоматической разрезки. Стены и плиты разрезаются с учетом примыкающих к ним стен и/или с учетом расположения координационных строительных осей (рис. 2). В режиме ручной разрезки динамически отображается расстояние от края панели, которое можно задать в цифровом виде, чтобы отрезать панель определенного размера. Предусмотрен режим нарезки панелей с заданным отступом, что позволяет быстро разрезать деталь на панели одинакового размера.

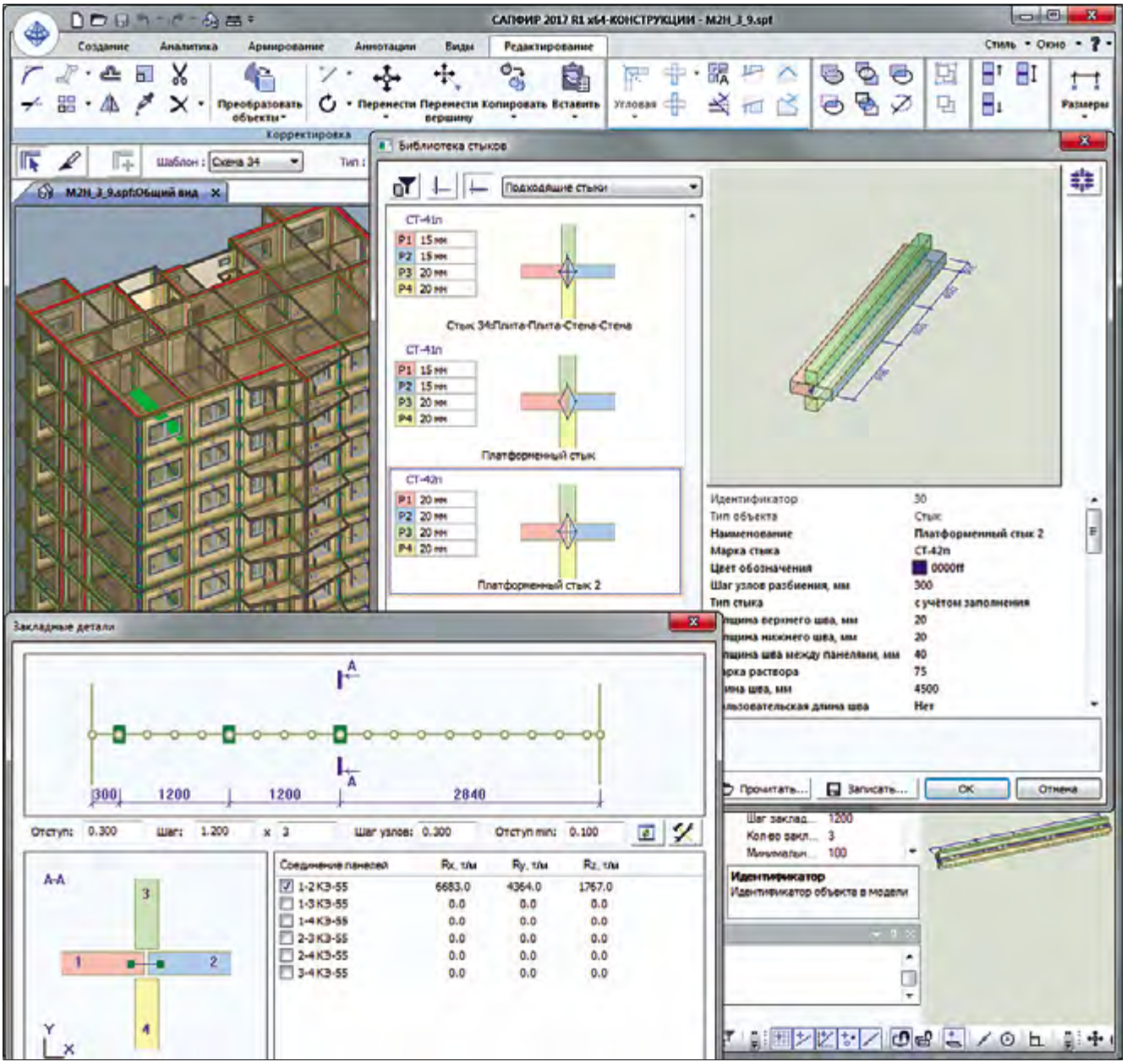


Рис. 1. *Библиотека стыков и расстановка связей по закладным в препроцессоре САПФИР*

Затем конструктор может выбирать стыки из библиотеки и размещать их в модели. Экземпляр, размещаемый в модели, наследует от библиотечного прототипа полный набор параметров, включая характеристики связей по закладным деталям. При этом ряд параметров доопределяется автоматически в зависимости от соединяемых деталей: стык воспринимает толщины панелей, длину области контакта. Экземпляр стыка соединяет панели и влияет на их взаимную подрезку. Заданные в описании стыка толщины швов между панелями заставляют торцы панелей раздвинуться от их исходного положения и тем самым отразить в физическом представлении модели реальную картину стыковки. При генерации конечных элементов стыка автоматически учитывается наличие проемов в стыкуемых деталях в зоне стыка (рис. 3).

Стыки в модели можно выделять, указывая, как любые другие элементы проекта. Для любого экземпляра стыка, представленного в модели, конструктор может индивидуально отредактировать характеристики, задать толщины швов, настроить положение и свойства закладных деталей. Можно даже графически отредактировать длину стыка, перемещая контрольные точки на концах оси стыка, ограничить зону стыковки. Среди свойств закладных деталей представлены их жесткостные характеристики. Изменения в параметрах стыка можно быстро распространить на однотипные или родственные экземпляры стыков в модели или занести стык с заданным набором характеристик в библиотеку для использования в дальнейшем в этом или в других проектах.

Мощные инструменты фильтрации элементов модели, как универсальные, так и специально ориентированные на обработку стыков, позволяют выделять экземпляры стыков для редактирования и осуществлять групповые модификации свойств в рамках всего проекта, выбранного этажа, в пределах вертикальных плетей, в рамках заданной марки и т. п.

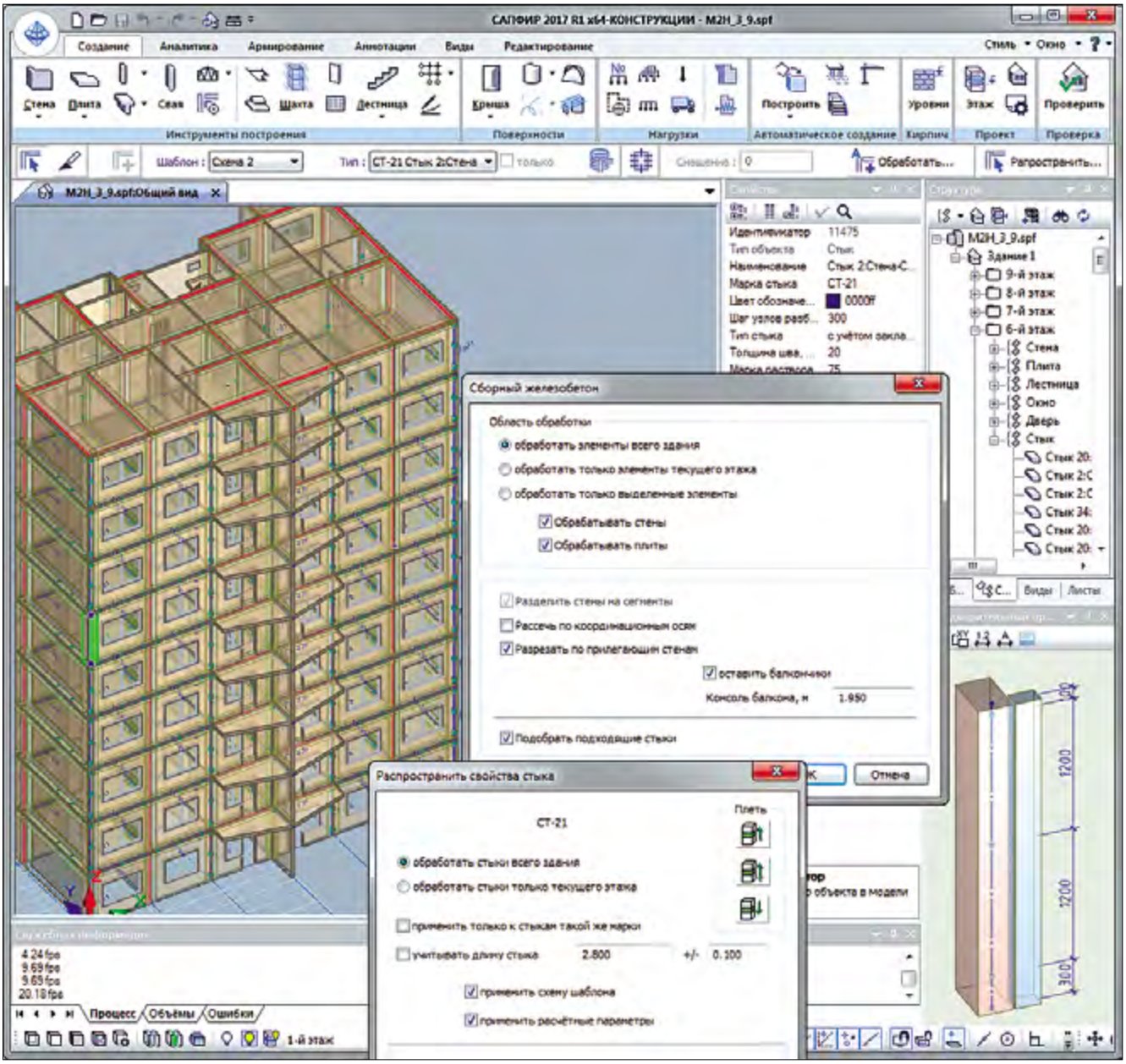


Рис. 2. *Авторазрезка «монолитного» здания на отдельные сборные панели и копирование свойств стыков*

Для связей по закладным деталям также можно выбрать способ представления в расчетной схеме и назначить жесткостные характеристики как для линейного, так и для нелинейного расчета (рис. 1). Позиции узлов для разбивки на конечные элементы вдоль оси стыка согласуются с позициями закладных деталей и динамически учитывают позиции проемов при их наличии в прилегающих к стыку панелях. Если перенести проем в физическом представлении, то не нужно ни пересоздавать стык, ни редактировать его характеристики – изменения автоматически проявятся при регенерации аналитического представления модели проекта.

Выше описана технология создания модели крупнопанельного здания для последующей триангуляции и получения адекватной конечно-элементой модели. А теперь поговорим непосредственно о конечных элементах, моделирующих стыки.

Основные положения по расчету панельных зданий на эксплуатационные нагрузки и вычислению податливостей стыков представлены в проекте нового СП «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования» (Проект, Вторая редакция) и пособиях: Пособие по проектированию жилых зданий. Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85). М. 1989; Пособие по расчету крупнопанельных зданий. Вып. 1 Жесткостные характеристики. М. 1974. И если с моделированием точечного стыка по закладным все достаточно просто (по сути, это локальная связь конечной жесткости – пружина, в ПК ЛИРА-САПР это двухузловой конечный элемент КЭ 55), то с моделированием горизонтального (контактного, платформенного) стыка все гораздо сложнее.

В настоящий момент существует несколько методик учета работы контактного/платформенного стыка в расчетной схеме крупнопанельного здания:

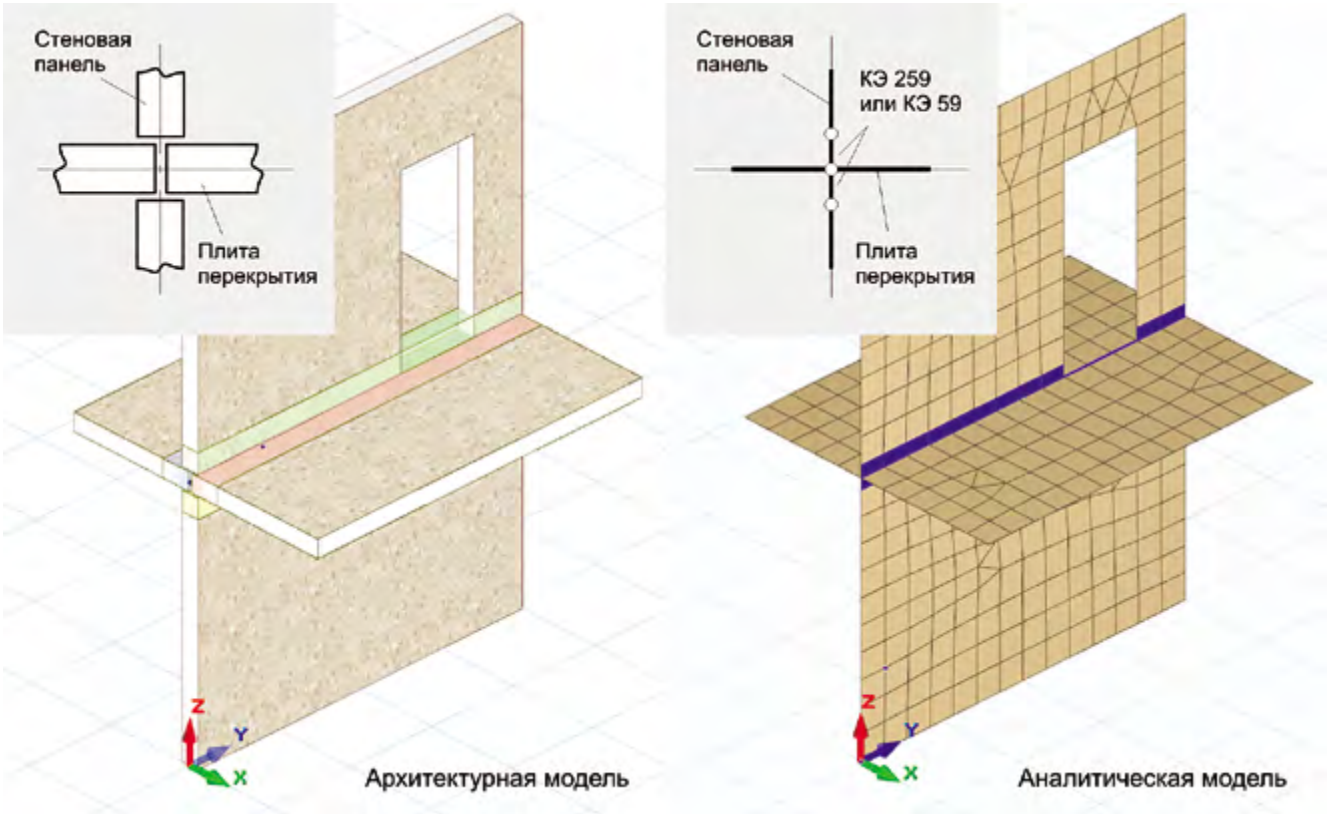


Рис. 3. *Генерация МКЭ-модели платформенного стыка с учетом наличия проема и новыми типами КЭ*

1. Модель эквивалентного столба, когда локальная податливость растворных швов и плиты перекрытия равномерно «размазывается» по высоте стеновой панели (этот способ упрощает построение КЭ-модели, но привносит в расчетную схему ряд неточностей, что показано в [8]).

2. Модель дискретных связей конечной жесткости (описано, например, в [9] – данный подход уточняет поведение стыка в расчетной схеме здания, но существенно усложняет создание модели, поскольку ведет к значительному увеличению типов жесткостей дискретных связей – для каждого типа стыка и шага КЭ отдельная жесткость, что влечет за собой и большое количество вычислений «вручную», и усложняет контроль заданных исходных данных).

Среди существенных недостатков данных моделей – невозможность корректного учета нелинейного поведения стыка в первом случае и крайняя сложность учета нелинейности во втором (фактически учет нелинейных эффектов для уточнения жесткостей стыка сводится к серии последовательных расчетов с ручной корректировкой жесткостей на каждой итерации).

Чтобы избежать перечисленных недостатков, в новой версии ПК ЛИРА-САПР 2017 вводятся новые типы пластинчатых конечных элементов специально для моделирования горизонтального стыка панелей. Предварительно это: КЭ-59 для учета линейного поведения стыка и КЭ-259 для учета физически нелинейной работы. По форме элемента они могут быть как прямоугольные, так и треугольные или четырехугольные (что не накладывает каких-то строгих ограничений на геометрию сетки КЭ в области стыка).

В МКЭ-модели платформенный стык моделируется двумя рядами конечных элементов стыка (рис. 3). Контактный стык отличается лишь тем, что это один ряд элементов,

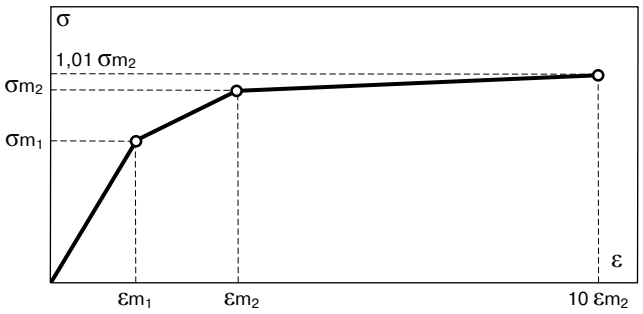


Рис. 4. *Диаграмма работы специализированного нелинейного типа КЭ-259*

стыкующий стеновую панель с монолитной фундаментной плитой или ростверком либо монолитными конструкциями встроенных первых этажей с магазинами, парковками и т. п.

Зависимость диаграммы σ–ε для построения НДС от вертикальных усилий для нелинейных КЭ стыка представлена на рис. 4 и соответствует положению СП «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования» (Проект, Вторая редакция) Приложение А в части изменения податливости стыка в зависимости от напряжений и вообще границ применимости формул для вычисления податливости растворного шва. Относительные деформации стыка на графике определяются соответственно зависимости:

$$\varepsilon_{mi} = \frac{\sigma_{mi}\lambda_{mi}}{h_{st}},$$

где h_{st} – полная высота стыка, мм (в случае платформенного стыка – высота плиты и двух растворных швов).

В соответствии с проектом нового СП коэффициент податливости при сжатии горизонтального растворного шва λ_m в зависимости от напряжения определяют по формулам:

– при $\sigma_m \le 1{,}15R^{2/3}{}_m - \lambda_{m1} = 1{,}5\cdot10^{-3}R^{-2/3}{}_m t_m$ (принимаем $\sigma_{m1} = 1{,}15R^{2/3}{}_m$);

– при $\sigma_m \ge 1{,}15R^{2/3}{}_m - \lambda_{m2} = 5\cdot10^{-3}R^{-2/3}{}_m t_m$, но не более $2R^{2/3}{}_m$ (принимаем $\sigma_{m2} = 2R^{2/3}{}_m$), где σ_m – среднее значение сжимающих напряжений в растворном шве, МПа; R_m – кубиковая прочность раствора, МПа; t_m – толщина растворного шва, мм; λ_m – коэффициент податливости растворного шва при кратковременном сжатии, мм³/Н.

Нелинейный расчет может выполняться в двух вариантах:

1) используется итерационный метод по типу «инженерная нелинейность» (описан в [18]) – для «определяющей комбинации загружений», заданной пользователем, в несколько итераций автоматически уточняется характер работы стыков (наличие отрывов в КЭ стыка приводит к обнулению вертикальных и сдвиговых жесткостей, локальные всплески напряжений в КЭ стыка меняют жесткость элементов по длине стыка), а затем производится расчет на все загружения с вычислением комбинаций РСН и РСУ, т. е. выполняется традиционный линейный расчет (но уже с модифицированной матрицей жесткости панельного здания);

2) используется шаговый метод, т. е. моделируется последовательный процесс нагружения, в рамках которого по шагам накапливаются нелинейные эффекты (данный метод позволяет довести конструкцию до разрушения, т. е. позволяет моделировать такие воздействия, как прогрессирующее разрушение).

В результате расчета панельного здания выдается деформированная схема, изополя и мозаики напряжений и усилий в стыках и отдельных связях по закладным. Кроме того, используя новый функционал версии ПК ЛИРА-САПР 2017 «Расчет каменных и армокаменных конструкций», можно получить суммарные нагрузки на отдельные стеновые панели, как на бетонные простенки, что существенно облегчает последующую проверку несущей способности панелей.

По сути, это первая реализация специализированного инструмента для МКЭ анализа крупнопанельных зданий. Но останавливаться на достигнутом мы не будем. Есть еще возможность автоматизировать вычисления как в части исходных данных, так и в части проверки несущей способности панелей и их стыков.

Список литературы

1. Николаев С.В., Шрейбер А.К., Этенко В.П. Панельно-каркасное домостроение – новый этап развития КПД // *Жилищное строительство*. 2015. № 2. С. 3–7.
2. Баранова Л.Н. Развитие индустриального домостроения и промышленности строительных материалов в различных регионах России // *Вестник Российской академии естественных наук*. 2013. № 3. С. 61–63.
3. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Линия безопалубочного формования – завод КПД с гибкой технологией // *Строительные материалы*. 2012. № 4. С. 22–29.
4. Юмашева Е.И., Сапачева Л.В. Домостроительная индустрия и социальный заказ времени // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 3–11.
5. Ярмаковский В.Н. Ресурсоэнергосбережение при производстве элементов конструктивно-технологических систем зданий, их возведении и эксплуатации // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 4–6.
6. Yarmakovsky V.N., Pustovgar A.P. The scientific basis for the creation of a composite binders class characterized of the low heat conductivity and low sorp-tion activity of cement stone // *Procedia Engineering*. 2015. № 5. P. 12–17.
7. Магай А.А., Дубынин Н.В. Крупнопанельные жилые дома с широким шагом несущих конструкций, обеспечивающих свободную планировку квартир // *Жилищное строительство*. 2016. № 10. С. 21–24.
8. Шапиро Г.И., Гасанов А.А,. Юрьев Р.В. Расчет зданий и сооружений в МНИИТЭП // *Промышленное и гражданское строительство*. 2007. № 6. С. 35–37.
9. Шапиро Г.И., Юрьев Р.В. К вопросу о построении расчетной модели панельного здания // *Промышленное и гражданское строительство*. 2004. № 12. С. 32–33.
10. Блажко В.П. Замок для соединения конструктивных элементов панельного здания // *Жилищное строительство*. 2014. № 1–2. С. 3–6.
11. Данель В.В. Жесткости стыков железобетонных элементов, пересекаемых арматурными стержнями, при растя-

References

1. Nikolaev S.V., Shreiber A.K., Etenko V.P. Panel and frame housing construction – a new stage of development of efficiency. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 2, pp. 3–7. (In Russian).
2. Baranova L.N. Development of industrial housing construction and the industry of construction materials in various regions of Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk*. 2013. No. 3, pp. 61–63. (In Russian).
3. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. The line of bezopalubochny formation – efficiency plant with flexible technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 4, pp. 22–26. (In Russian).
4. Yumasheva E.I., Sapacheva L.V. House-building industry and social order of time. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2014. No. 10, pp. 3–11. (In Russian).
5. Yarmakovskii V.N. Energy-resources-saving under manufacturing at the elements of structural-technological building systems, their rising and exploitation. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 6, pp. 4–6. (In Russian).
6. Yarmakovsky V.N., Pustovgar A.P. The scientific basis for the creation of a composite binders class characterized of the low heat conductivity and low sorp-tion activity of cement stone. *Procedia Engineering*. 2015. No. 5, pp. 12–17. (In English).
7. Magay A.A., Dubynin N.V. Large-panel houses with a wide step of the bearing designs providing free planning of apartments. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 21–24. (In Russian).
8. Shapiro G.I., Gasanov A.A. Yuryev R.V. Calculation of buildings and constructions in MNIITEP. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2007. No. 6, pp. 35–37. (In Russian).
9. Shapiro G. I., Yuryev R. V. To a question of creation of settlement model of the panel built building. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2004. No. 12, pp. 32–33. (In Russian).
10. Blazhko V.P. A Fastener for Connection of Structural Elements of a Panel Building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 1–2, pp. 3–6. (In Russian).

жении и сдвиге // *Строительство и реконструкция.* 2014. № 6 (56). С. 25–29.
12. Данель В.В. Решение проблемы вертикальных стыков наружных стеновых панелей // *Жилищное строительство.* 2014. № 3. С. 44–45.
13. Данель В.В., Кузьменко И.Н. Определение жесткости при сжатии платформенных и платформенно-монолитных стыков крупнопанельных зданий // *Строительная механика и расчет сооружений.* 2010. № 2. С. 7–13.
14. Данель В.В. Параметры 3D-стержней, моделирующих стыки в конечноэлементных моделях // *Жилищное строительство.* 2012. № 5. С. 22–27.
15. Чентемиров Г. М., Грановский А.В. К расчету платформенных стыков на ЭВМ // *Строительная механика и расчет сооружений.* 1981. № 2. С. 59–61.
16. Шапиро Г.И., Гасанов А.А. Численное решение задачи устойчивости панельного здания против прогрессирующего обрушения // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering.* 2016. Vol. 12. Issue 2, pp. 158–166.
17. Зенин С.А., Шарипов Р.Ш., Кудинов О.В., Шапиро Г.И., Гасанов А.А. Расчеты крупнопанельных зданий на устойчивость против прогрессирующего обрушения методами предельного равновесия и конечного элемента // *Academia. Архитектура и строительство.* 2016. № 4. С. 109–113.
18. Медведенко Д., Водопьянов Р. Золотые струны ЛИРЫ-САПР // *САПР и графика.* 2013. № 2 (196). С. 10–18.

11. Danel' V. V. Zhyostkosti of joints of ferroconcrete elements, peresekayemykharmaturny cores, at stretching and shift. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya.* 2014. No. 6 (56), pp. 25–29. (In Russian).
12. Danel' V.V. Solution of the problem of vertical joints of external wall panels. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2014. No. 3, pp. 44–45. (In Russian).
13. Danel' V.V., Kuzmenko I.N. Determination of rigidity at compression of platform and platform and monolithic joints of large-panel buildings. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii.* 2010. No. 2, pp. 7–13. (In Russian).
14. Danel' V.V. The 3D-parameters – the cores modeling joints in the konechnoelementnykh models. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2012. No. 5, pp. 22–27. (In Russian).
15. Chentemirov G.M., Granovsky A.V. To calculation of platform joints at the COMPUTER. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenii.* 1981. No. 2, pp. 59–61.
16. Shapiro G.I., Gasanov A.A. The numerical solution of a problem of stability of the panel building against the progressing collapse. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering.* 2016. Vol. 12. Issue 2, pp. 158–166.
17. Zenin S.A., Sharipov R.Sh., Kudinov O.V., Shapiro G.I., Gasanov A.A. Calculations of large-panel buildings on stability against the progressing collapse by methods of extreme balance and a final element. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo.* 2016. No. 4, pp. 109–113.
18. Medvedenko D., Vodopyanov R. Gold strings of LIRY-SAPR. *SAPR i grafika.* 2013. No. 2 (196), pp. 10–18. (In Russian).

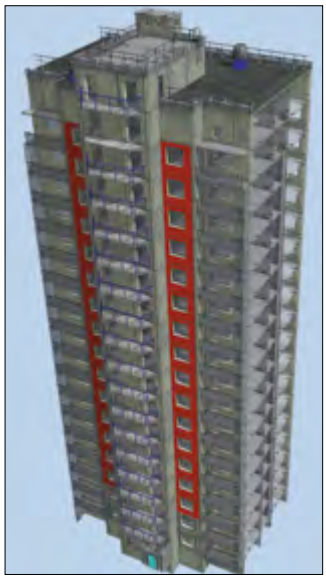
Гибкость производства железобетонных изделий для сборного домостроения и проектирования в Allplan

Семь лет партнером Международной научно-практической конференции «InterConPan: от КПД к каркасно-панельному домостроению» является фирма Allbau Software GmbH (Германия) – разработчик BIM технологий для заводов сборных железобетонных конструкций. Публикации о применении продуктов Allplan – BIM российскими строительными компаниями постоянно появляются в журнале «Жилищное строительство». Редакцию и наших читателей интересуют отзывы непосредственных пользователей этого продукта, поэтому мы обратились с просьбой высказать свое мнение об использовании Allplan – BIM к Андрею Алексеевичу Буровкину – руководителю Проектного Управления АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр». В АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» работают опытные профильные проектировщики, которые принимают активное участие в конференции «InterConPan» на протяжении нескольких лет.

During seven years, Allbau Software GmbH Co. (Germany), the developer of BIM technologies for precast reinforced concrete structures factories is a partner of the International Scientific-Practical Conference «InterConPan: from LPC to Frame-Panel Housing Construction». Publications about the use of AllPLAN – BIM products by Russian building companies constantly appear in the «Housing Construction» Journal. The editorial board and our readers are interested in the opinion of direct users of this product, so we invited Andrey Alekseevich Burovkin, head of the design group of AO «GVSU» Center» Holding Company to express his opinion about the use of AllPLAN – BIM. For several years the specialists of AO «GVSU» Center» Holding Company take an active part in the «InterConPan» Conference.

По словам руководителя Проектного Управления АО Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» Андрея Алексеевича Буровкина, ранее при проектировании проектов планировалось преимущественно работать с типовыми блок-секциями. Но на данный момент под все проекты существуют свои модификации строительной системы «ДОММОС» согласно требований Департамента жилищной политики и жилищного фонда города Москвы при проектировании жилья для городских нужд, Москомархитектуры. От объекта к объекту данные решения отличаются, улучшаются и унифицируются, что формирует неповторимость строительной системы ДОММОС, которая не является безликой типовой серией.

В существующие обновленные наборы секций вносятся постоянные коррективы – и опять приходится проектировать. Чаще всего корректировка затрагивает внешний облик здания, архитектурно-планировочные решения в зависимости от особенностей проекта, пожеланий заказчика и органов, согласующих АГР или АГО (архитектурно-градостроительное решение / архитектурно-градостроительный облик). Изменения в проект могут вноситься на любой стадии проектирования. Большое количество изменений, возникающих в основном по требованиям заказчика, – это реальность наших дней, и надо учиться их обрабатывать быстро и безошибочно. Поэтому без BIM обойтись нельзя.

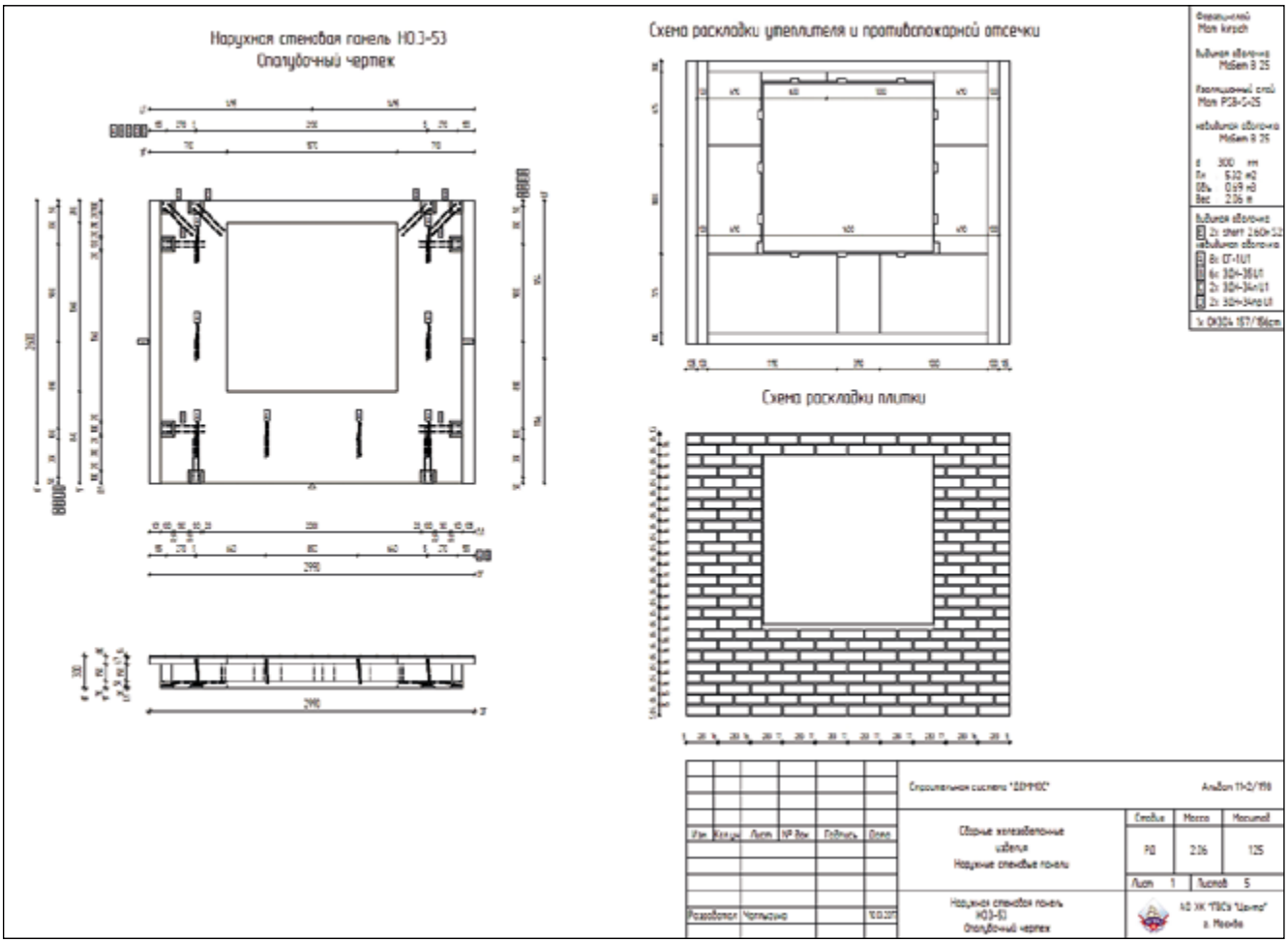


Очень важной является возможность интеграции Precast в ERP систему управления производством. Данная интеграция была основным критерием для второго этапа перехода основного коллектива проектировщиков АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» на Allplan – BIM из Германии.

В настоящее время процедура определения стоимости строительства (ВСМ) при помощи Allplan проходит тестирование на пилотном проекте. Необходимо отметить, что единство всех разделов проектной документации в рамках одной САПР очень важно при разработке проекта. В данное время специалисты АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» стараются разрабатывать все основные разделы проектной документации в одной проектной программе Allplan. Огромную роль в проектировании играет как высокая скорость разработки изделий, так и скорость внесения изменений, при этом необходимо учитывать особенности технологии производства изделий и принятой схемы армирования. Проектная группа АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» использует модули Nemetschek Allplan: Allplan архитектура, Allplan конструктив (монолит), Allplan Precast.

Часто спрашивают, что предпочтительнее – работа с чертежом (чертеж изделия или монтажный план) или с 3D-моделью. В Allplan удобно работать с планом как с результирующим чертежом и иногда проверять корректность геометрии в 3D виде.

Пока заказчики 3D-данных не требуют. Хотя благодаря использованию Allplan специалисты АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» готовы при необходимости предоставить заказчику такие данные.


Наружная стеновая панель НО3-53
Опалубочный чертеж
Схема раскладки утеплителя и противопожарной отсечки
Схема раскладки плитки

2016
Задачи, автоматизируемые BIM
Бюджет объекта
Задание на завод ЖБИ
BIM
Комплект рабочей документации
Управление сроками

АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» – один из ведущих строительных холдингов Москвы и Московской области обладает собственной производственной базой по выпуску КПД серии 111М и технологически новых панельных жилых домов «ДОММОС».

Концепция крупнопанельных домов «ДОММОС» разработана в соответствии с требованиями Департамента жилищной политики и жилищного фонда города Москвы при проектировании жилья для городских нужд, а также с рекомендациями Градостроительного совета Московской области к внешнему облику зданий. В ней максимально учтены критерии нового стандарта серии многоквартирных жилых домов столичного региона. Новые панельные дома «ДОММОС» производятся на современных роботизированных технологических линиях в соответствии с требованиями строительных норм и правил.

Универсальную строительную систему панельных жилых домов «ДОММОС» можно сравнить с мобильным конструктором, состоящим из определенной номенклатуры индустриальных изделий, унифицированных для зданий различной этажности и конфигурации.

Обеспечена вариативность фасадных решений: «ДОММОС» — это гибкая строительная система, которая позволяет менять архитектурно-планировочные решения в зависимости от особенностей проекта и пожеланий заказчика.

Решающим аргументом для Проектрого Управления АО «Холдинговая компания «ГВСУ» Центр» в пользу применения программы Allplan стала ее возможность совместной работы с автоматическими производственными линиями на собственных заводах (разработка CAD-данных в Allplan Precast для производства железобетонных изделий), высокая степень автоматизмов моделирования и оформления чертежей по ГОСТу, интеграция ее с использующимися другими программами (компьютер управления производством, 1С, сметы, расчетные приложения), а также сильная команда техподдержки поставщика программного обеспечения и его готовность адаптировать продукт под требования пользователя.

По мнению А.А. Буровкина, в будущем проектирование будет в целом смещаться к полноценному BIM моделированию и дальнейшему использованию модели здания в процессе его эксплуатации с разработкой соответствующих универсальных правил и подходов на уровне государства.

УДК 624.073

А.Н. ПЛОТНИКОВ[1], канд. техн. наук (plotnikovAN2010@yandex.ru);
Н.А. ГАФИЯТУЛИН[2], начальник конструкторско-технологического отдела;
П.А. ВАСИЛЬЕВ[1], магистрант

[1] Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова (428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15)
[2] ДСК ООО «СУОР» (429950, г. Новочебоксарск, ул. Промышленная, 73)

Несущая способность наружных стеновых панелей из конструкционного керамзитобетона со стальной и композитной арматурой

В статье с учетом принятого плоского напряженного состояния представлены результаты испытаний трехслойных наружных стеновых панелей крупнопанельного здания с несущими слоями из конструкционного керамзитобетона со стальной и композитной арматурой. На основе конечно-элементного расчета принимается методика испытаний с раздельным нагружением перемычечной и простеночных частей. Сопоставляется несущая способность панелей с применением стальной и стеклопластиковой арматуры. Характер деформаций представлен графически. Несущая способность панелей оценивалась по предельным деформациям бетона на сжатие, прогибам и ширине трещин перемычечной части.

Ключевые слова: *керамзитобетон, стеновая панель, арматура, сталь, стеклопластик, испытания, прочность, деформации, применение.*

Для цитирования: Плотников А.Н., Гафиятулин Н.А., Васильев П.А. Несущая способность наружных стеновых панелей из конструкционного керамзитобетона со стальной и композитной арматурой // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 52–57.

A.N. PLOTNIKOV[1], Candidate of Sciences (Engineering), (plotnikovAN2010@yandex.ru);
N.A. GAFIYATULIN[2], Head of Design-Technological Department; P.A. VASILIEV[1], Undergraduate
[1] Chuvash State University Named After I. N. Ulyanov (5, Moskovsky Avenue, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)
[2] DSK OOO «SUOR» (73 Promyshlennaya Street, Novocheboksarsk, 429950, Russian Federation)

Bearing Capacities of External Wall Panels Made of Structural Haydite Concrete with Steel and Composite Reinforcement

With due regard for accepted plane stress state, the article presents the test results of three-layer external wall panels of a large-panel building with bearing layers made of structural haydite concrete with steel and composite reinforcement. Testing methods with separate loading of lintel and partition parts were adopted on the basis of finite element calculation. Bearing capacity of panels with the use of steel and glass-reinforced plastic reinforcement is compared. The character of deformations is graphically presented. The bearing capacity of panels is assessed according to the limit compression strains of concrete, deflections and the crack width of the lintel part.

Keywords: haydite concrete, wall panel, reinforcement, steel, glass-reinforced plastic, tests, strength, strains, application.

For citation: Plotnikov A.N., Gafiyatulin O.N., Vasilyev P.A. Bearing capacities of external wall panels made of structural haydite concrete with steel and composite reinforcement. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 52–57. (In Russian).

Снижению себестоимости строительства способствует использование местных материалов; для многих регионов таким материалом является глина для производства керамических изделий. Известно, что при возведении крупнопанельных зданий традиционно используется керамзитобетон [1–3]. Ранее керамзитобетон успешно применялся для однослойных наружных стеновых панелей. Однако существующий опыт применения конструкционного керамзитобетона с объемным весом 1600 кг/м^3 даже для каркасных зданий [4] свидетельствует в пользу применения керамзитобетона и для тонкостенных элементов крупнопанельных зданий вследствие меньшей концентрации напряжений от нагрузки. При этом объемный вес такого бетона в 1,5 раза меньше, чем тяжелого, следовательно, снижается вес здания в целом, уменьшается нагрузка на фундамент и основание, повышаются теплозащитные свойства наружных слоев. Панели, выполненные из керамзитобетона, имеют сопротивление теплопередаче на 0,14 м^2·°С/Вт больше, чем у панелей из тяжелого бетона; повышается предел огнестойкости как минимум на 20% с применением стальной арматуры и не уменьшается при использовании композитной арматуры.

Наметившаяся тенденция к более широкому внедрению армирования бетона композитными стержнями получила поддержку в виде нормативного документа СП 63.13330.2012 (приложение Л). Композиты, особенно стеклопластики, экономически сопоставимы со стальной арматурой.

Названные ранее не применявшиеся в панелях материалы обладают как достоинствами, так и рядом недостатков, которые необходимо учитывать при проектировании [5–8]. Относительная прочность керамзитобетона на растяжение меньше, чем тяжелого, его модуль упругости также уступает тяжелому бетону. Это вызвано меньшей

плотностью и невысоким модулем упругости заполнителя. По композитной арматуре – низкое значение модуля упругости (в четыре раза меньше, чем у стальной) и отсутствие площадки текучести и возможности работы на сжатие. По результатам опытов нормативная огнестойкость конструкций обеспечивается, однако характер разрушения носит хрупкий, мгновенный характер. Для работы арматуры с полным сопротивлением необходима качественная адгезия к бетону, это требует специальных покрытий арматуры.

Несмотря на ряд отмеченных недостатков керамзитобетона и композитной арматуры, эти материалы могут найти применение в бескаркасных крупнопанельных зданиях. По обобщенным данным, жесткость таких зданий в 9–10-этажном исполнении имеет запас в 2–3 раза. Нормальные напряжения распределяются по большой площади вертикальных несущих элементов (стен), плиты перекрытия опираются по контуру и также обладают повышенной несущей способностью и жесткостью.

На Новочебоксарском ДСК авторами были проведены испытания трехслойных стеновых панелей, выполненных в первом случае из керамзитобетона плотностью 1600 кг/м^3 со стальной арматурой, а во втором – с применением стеклопластиковой арматуры [9–11]. Испытанные стеновые панели предназначены для применения в 10-этажных зданиях, на несущий внутренний слой опираются плиты перекрытий (опертые по контуру), на облицовочный слой опираются плиты лоджий длинной стороной. Размеры панели 3,185×2,685 м; толщина слоев: несущего – 120 мм, утеплителя – 150 мм, облицовочного – 80 мм.

Для предварительного анализа напряженного состояния панелей была принята расчетная модель, основанная на ряде упрощений. Несмотря на наличие неоднородного напряженного состояния в панели от вертикальной и горизонтальной нагрузок, для большинства случаев преобладает плоское напряженное состояние со сжимающими напряжениями, ориентированными по вертикали. О плоском напряженном состоянии говорится, например, в работе Б.С. Соколова [6]. В статье С.Б. Крылова [7] упоминается о работе стеновых панелей из плоскости, но подробно рассматривается их работа в своей плоскости. В.В. Данель [8] анализируется влияние эксцентриситета из плоскости панелей зданий повышенной этажности и предлагаются конструктивные методы снижения эксцентриситета. В приведенной в [8] расчетной модели учитывается влияние разницы температуры между внутренним несущим и наружным слоями на напряженное состояние. Показано, что при отрицательных температурах происходит укорочение наружного слоя до 1,6 мм, следовательно, деформация наружного слоя оказывает разгружающее влияние на внутренний слой. Он находится в общем случае во внецентренно сжатом состоянии; эксцентриситет обусловлен нагрузкой от плит перекрытий, имеющих опирание на панели 80 мм.

В 121-й серии панельных домов имеет место платформенный стык. Передача усилий с верхних панелей идет как через плиту перекрытия, так и через растворный шов, т. е. по вертикали усилия передаются центрально. Эксцентриситет силы, передающейся с плит перекрытий, небольшой. Это объясняется работой плит перекрытий как опертых по контуру и имеющих более длинное направление поперек здания. При соотношении сторон плиты как 1:1,8 доля нагрузки от нее на наружную стеновую панель составляет 20%. Кривизна плиты при изгибе в длинном направлении

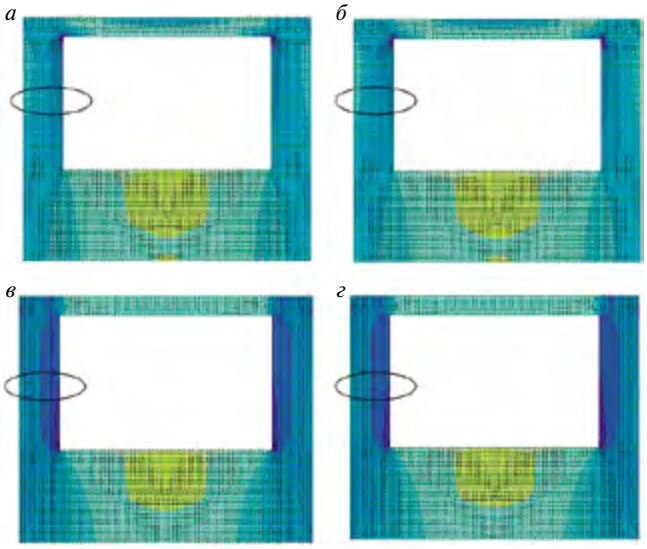


Рис. 1. *Изополя главных нормальных напряжений внутреннего слоя панели, полученные на моделях: а – панель 1; б – панель 2; в – панель 3; г – панель 4. Отмечены области зон сопоставления напряжений*

значительно меньше, чем в коротком. Доля нагрузки, приложенной после монтажа конструкций в основном от собственного веса плиты составляет 60%. Вследствие этого поворот плиты перекрытия на наружной панели незначителен, тем более после образования трещин вдоль длинной стороны плиты. В таком положении происходит прижатие плиты верхней панелью, устанавливаемой на растворный шов. Поворота плиты на опоре от временной нагрузки практически не происходит, при малом изгибающем моменте в платформенном стыке и достаточной прочности растворных швов податливость стыка стремится к нулю. Из вышеприведенных соображений расчетная модель наружной стеновой панели для испытаний принята как нагруженная в своей плоскости со случайным эксцентриситетом 1 см.

Упрощенная расчетная модель панели была построена методом конечных элементов в программе «Лира САПР 2016». Основной задачей моделирования было проанализировать возможность раздельного нагружения простенков панели и ее перемычечной части, а также влияние эксцентриситета приложения нагрузки из плоскости. Результаты моделирования представлены на рис. 1 и в таблице. Рассматривается середина левого простенка по высоте, условно в этой части выделяются три зоны напряжений. При наличии эксцентриситета результаты определяются по трем слоям пластины. Определялись главные нормальные напряжения сжатия.

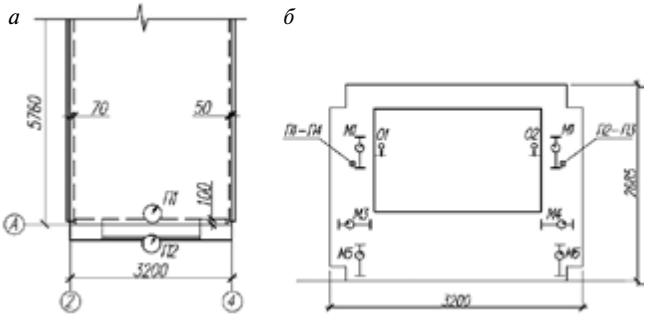


Рис. 2. *Схемы расположения измерительных приборов на перемычечной и простеночных частях*

Рис. 3. *Испытание перемычечной части в составе панельной сборки*

Рис. 4. *Испытание простеночных частей*

Как следует из результатов моделирования, максимальные напряжения в любом случае наблюдаются в правой зоне левого простенка, около оконного проема панели; неравномерность напряжений по ширине простенка варьируется с коэффициентом 1,4–2. Нагружение только простенков без перемычки уменьшает напряжение в 1,32 раза, с эксцентриситетом по наиболее нагруженному волокну (слою) – в 1,24 раза. Влияние случайного эксцентриситета порядка 5%, а при нагружении всей нагрузкой оказывает даже разгружающий эффект.

На основе анализа следует вывод, что панель можно нагружать соосно со средним слоем. При испытании необходимо обращать внимание на состояние поверхности бетона простенков около проема. Неоднородность напряжений по слоям и зонам тонкого несущего слоя панели необходимо исследовать на предмет взаимного влияния. Известно, что в каменных конструкциях этот эффект при внецентренном сжатии учитывается понижающим коэффициентом, до 1,45, – эффект обоймы. В ситуации с панелью также имеет место внецентренное сжатие, необходимо найти аналогичный коэффициент.

В любом случае максимальные напряжения, полученные расчетами моделей, не превышают напряжения 10,93 МПа, что меньше нормативного сопротивления бетона класса В15, применяемого для панелей по серии 121.

Испытания аналогичных по опалубочным габаритам панелей, как со стальной, так и со стеклопластиковой арматурой, проводились на натурной конструкции – панели в составе панельной ячейки и закрепленной на стенде в силовой раме (рис. 3–6) в соответствии с требованиями ГОСТ 8829–94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости» и ГОСТ 11024–2012 «Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия».

Конструкция панели не являлась типовой или запроектированной по типовым конструктивным приемам. Размеры панели 3,185×2,685 м; толщина слоев: несущий – 120 мм, утеплитель – 150 мм, облицовочный – 80 мм. Слои соединены стеклопластиковыми связями. Соединение осуществляется тремя типами связей – подвесками, распорками, подкосами. Испытание проводится после 30 сут набора прочности бетона. Арматура – стальная продольная рабочая в перемычке 2∅8 мм А400 – симметричная, в простенках 4∅8 мм А400; стеклопластиковая АСК-5-1000/50 ГОСТ 31938–2012 (2∅5 мм – симметричная).

С учетом разницы в напряжениях в 1,32 раза в крайних зонах простенков испытания были организованы по двум

Рис. 5. *Испытание перемычечной части с помощью гидравлики*

Рис. 6. *Локальное разрушение простенка*

Модель	Слой	Напряжение в зоне, кН/м²		
		Левая	Средняя	Правая
Панель 1 Вся нагрузка в плоскости плиты	Нижний	–	–	–
	Средний	5070	8020	10930
	Верхний	–	–	–
Панель 2 Вся нагрузка с эксцентриситетом e=1см	Нижний	4610	7560	9740
	Средний	5070	8020	10200
	Верхний	5530	8490	10670
Панель 3 Нагрузка только на простенки в плоскости плиты	Нижний	–	–	–
	Средний	5860	6760	8240
	Верхний	–	–	–
Панель 4 Нагрузка только на простенки с эксцентриситетом e=1см	Нижний	5500	6690	7870
	Средний	5870	7060	8240
	Верхний	6230	7420	8610

схемам с раздельным нагружением перемычечной и простеночных частей. При испытании перемычки отсутствие пригруза в опорной ее части, по простенкам, идет в запас прочности по анкеровке арматуры перемычки. Схема испытаний приведена на рис. 2, где показан порядок расстановки измерительных приборов (прогибомеров П1–П4, мессур М1–М6, тензометров Д1–Д6, индикаторов сдвига между слоями О1–О2).

При проведении испытаний применялись прогибомеры Аистова 6ПАО с точностью 0,01 мм; индикаторы часового типа ИЧ – 10 с точностью 0,01 мм; электронные тензометры ДПЛ-10 с подключением к регистратору «Терем – 4.0» с точностью 0,001 мм.

В связи с различными свойствами стали и стеклопластика контрольная нагрузка для двух схем испытаний принималась разной. Для панели со стальной арматурой коэффициенты безопасности при испытании перемычечной части приняты 1,3; простеночных – 1,6.

Исходя из свойств стеклопластика, коэффициент безопасности для конструкции со стеклопластиковой арматурой принят повышенным. Как вытекает из приложения «Л» к СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения», к трещиностойкости таких конструкций предъявляются пониженные требования; из соотношения допускаемой ширины трещин, 0,7 мм – для стеклопластика [4, 5], 0,4 мм – для стали, трещины могут быть шире в 1,75 раза. Однако в первом предельном состоянии по прочности трещины для стали увеличиваются до 0,5 мм от 0,3 мм (допустимых по II группе предельных состояний), т. е. в 1,67 раза.

При определении расчетного сопротивления стеклопластиковой арматуры по приложению «Л» Свода правил учитывается длительно действующая нагрузка путем введения коэффициента снижения сопротивления растяжению $\gamma_{f,l}$ = 0,3. По стальной арматуре такого требования нет. Отсюда для стеклопластиковой арматуры превышение нагрузки при испытании относительно расчетной должно быть порядка 3,33. Этот коэффициент перекрывает собой значения коэффициента С = 1,6 для бетона по ГОСТ 8829–94. Следовательно, можно принять для изгибаемых элементов коэффициент С = 3,33.

С учетом допускаемой ширины раскрытия трещин для стеклопластиковой арматуры по Своду правил до 0,5 мм

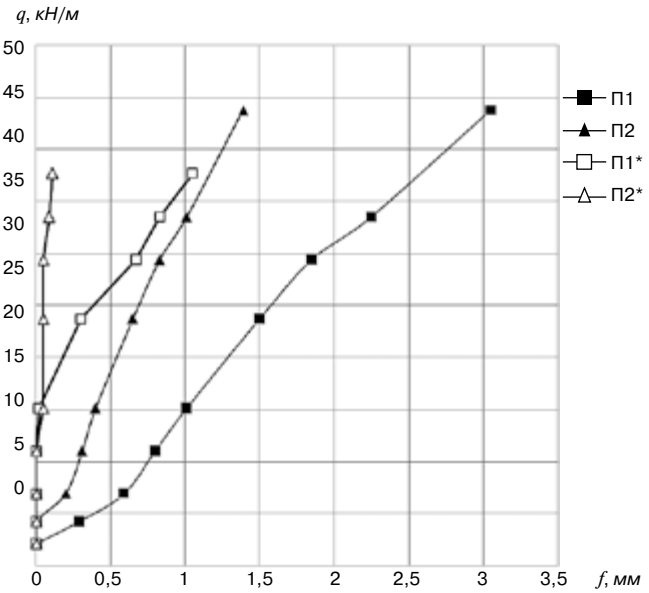


Рис. 7. *График прогибов перемычек: П1, П1* – со стальной и стеклопластиковой арматурой несущего слоя; П2, П2* – то же, облицовочного слоя*

при длительно действующей нагрузке это превышение будет несколько скорректировано по несущей способности как С = 3,33/1,67 = 2.

При испытании перемычечной части в первом случае в качестве нагрузки использовались бетонные блоки, раскладываемые на плите перекрытия (рис. 3), а для простеночных частей в качестве нагружающего устройства использовался гидравлический домкрат ДГ200П200, закрепленный в металлической силовой раме с ручным насосом и манометром (рис. 4). Во втором случае со стеклопластиковой арматурой нагрузка на перемычку создавалась гидравлическим домкратом ДУ50П150 и системой траверс (рис. 5).

Загружение проводилось ступенями по 20% от контрольной нагрузки по проверке прочности. После каждой ступени загружения снимались отсчеты по приборам, производился осмотр конструкции, фиксировались трещины в случае их образования. Нагрузка подавалась ступенями с выдержкой по 15 мин. После приложения контрольной нагрузки конструкция выдерживалась в течение 0,5 ч и также снимались все показания приборов.

В ходе испытаний производились следующие измерения по простеночным частям: а) поверхностных деформаций бетона внутренней поверхности несущего слоя панели мессурами и тензометрами; б) поперечных деформаций бетона простенков мессурами; в) выгибов простенков из плоскости прогибомерами 6ПАО; г) величин сдвига между слоями панели индикаторами часового типа ИЧ-10.

По перемычечным частям производились измерения: а) прогибов несущего и облицовочного слоев перемычечной части в середине пролета прогибомерами с ценой деления 0,01 мм; б) поверхностных деформаций перемычки по внутреннему и наружному слоям; в) ширины раскрытия трещин на нижней поверхности перемычечной части.

Измерения прогибов перемычечной части производилось по несущему (П1) и облицовочному (П2) слоям. На рис. 7 представлен сравнительный график прогибов перемычек панелей из керамзитобетона со стальной арматурой

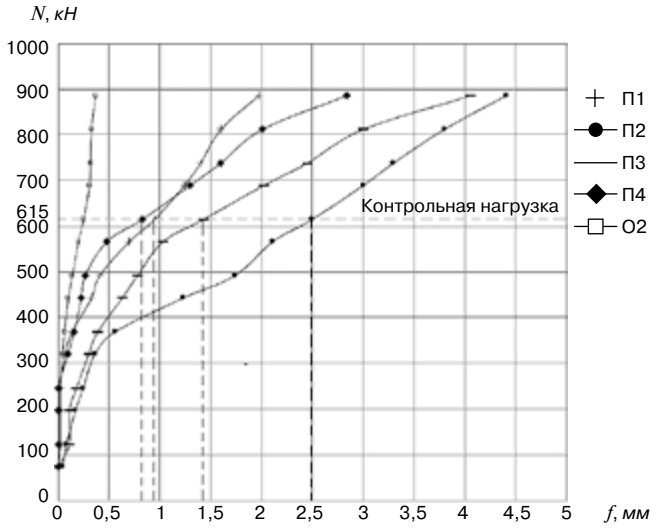


Рис. 8. *График выгибов слоев простенков (стальная арматура)*

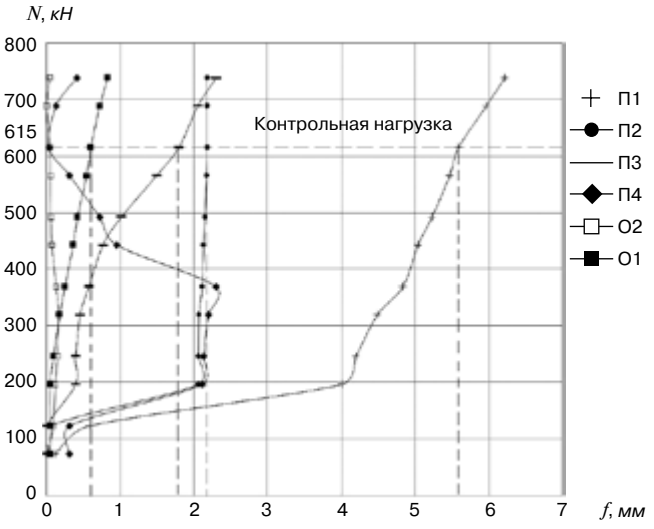


Рис. 9. *График выгибов слоев простенков (стеклопластиковая арматура)*

и такой же панели со стеклопластиковой арматурой (П1*, П2*). Как видно из графиков, до нагрузки 2,38 кН/м перемычка со стальной арматурой работает как сплошное тело, после образования трещины в середине пролета наклон графиков увеличивается в результате снижения изгибной жесткости.

При контрольной нагрузке по прочности прогиб перемычки составил 0,55 мм, что свидетельствует о сохранении ее значительной жесткости. Трещины при контрольных нагрузках не образовались. Нагружение осуществлялось выше контрольных нагрузок в 3,98 раза. При этом прогиб достиг значения 2,23 мм, что также ниже предельно допустимых значений. Несущий и облицовочный слои показали совместную работу. Несущая способность перемычки составила не менее 43,8 кН/м без учета собственного веса плиты перекрытия.

Прочность бетона в испытаниях со стеклопластиковой арматурой была больше в 1,22 раза. Отсюда при соответственно большем начальном модуле упругости деформативность оказалась меньше, чем в ходе первого этапа испытаний. Контрольный прогиб по несущей способности несущей части перемычки (П1) составил 0,17 мм, что ниже определенного расчетом при аналогичной нагрузке 0,68 мм. Контрольный прогиб по жесткости был нулевым, что ниже определенного теоретически 0,09 мм. Трещины при контрольных нагрузках в случае со стеклопластиковой арматурой также не образовались.

Несущая способность перемычки составила величину не менее 11,3 кН/м при проектной нагрузке 7,15 кН/м.

В ходе испытаний простеночных частей производились следующие измерения: а) поверхностных деформаций бетона внутренней поверхности несущего слоя панели мессурами и тензометрами; б) поперечных деформаций бетона простенков мессурами; в) выгибов простенков из плоскости прогибомерами 6ПАО; г) величины сдвига между слоями панели индикаторами часового типа ИЧ-10.

У панелей со стальной арматурой контрольное значение продольной деформации бетона простенков 0,9 мм не достигнуто. Максимальное значение составило 0,195 мм, что меньше контрольного в 4,5 раза. В нижних зонах, у опор панели продольные деформации были значительно ниже, чем в простенках, что объясняется рассеиванием напряжений по большей площади. Это отмечается и по результатам компьютерного моделирования.

При испытании панелей со стеклопластиковой арматурой контрольное значение продольной деформации бетона 0,9 мм не достигнуто. Максимальное достигнутое значение 0,17 мм, что меньше контрольного в пять раз.

На графиках (рис. 8) выгиб панели со стальной арматурой из плоскости по П1–П4 на контрольной ступени по двум противоположным сторонам составил 0,95 мм (левый простенок); 2,5 мм (правый простенок), что согласуется с опубликованными результатами [6–11]. Относительные смещения слоев панелей в результате подвижки стеклопластиковых связей составили не более 0,37 мм. Трещины в простенках при контрольных и максимальных нагрузках не образовались. Нагружение осуществлялось выше контрольных нагрузок в 1,5 раза.

Выгиб простенков панели со стеклопластиковой арматурой из плоскости на контрольной ступени нагружения по двум противоположным сторонам составил до 3,35–5 мм (рис. 9), что несколько превысило данные результатов подобных испытаний. Гибкость простенков со стеклопластиковой арматурой оказалась выше, что необходимо учитывать в расчетах, возможно, используя в простенках стальную арматуру. Продольные трещины в простенках при контрольных и максимальных нагрузках также не образовались.

Несущая способность простенка со стальной арматурой составила 270 кН, со стеклопластиковой – 230 кН, что меньше в 1,17 раза. В этом случае сказалось отсутствие сопротивления арматуры на сжатие. Принцип передачи нагрузки по вертикали стены в крупнопанельном здании отличается от реализованного при испытании. В здании она передается линейно, через всю ширину панели и через плиты перекрытий, через растворные швы. При испытании нагрузка передавалась точечно, через опорные пластины траверсы. Вследствие этого действительная несущая способность панели выше полученной при испытаниях.

Выводимые на изображениях (рис. 1) по результатам моделирования МКЭ концентраторы напряжений в панелях себя не проявили, в этих зонах трещин и скалывания бетона не зафиксировано. Более напряженные по расчету области простенков, примыкающие к проему, не имели сколов и трещин, что свидетельствует о происходящем процессе

перераспределения напряжений по площади сечения, так как бетон обладает пластическими свойствами при напряжениях свыше 50% от разрушающих.

Из анализа результатов испытаний следует вывод, что перемычечная и простеночные части трехслойной стеновой панели при выполнении несущих слоев из конструкционного керамзитобетона, в том числе со стеклопластиковой арматурой, обладают достаточной прочностью, жесткостью и трещиностойкостью. При использовании стеклопластиковой арматуры несущая способность панели снижается не более чем на 20%. Однако это снижение при достаточном запасе несущей способности и жесткости собранного крупнопанельного здания не оказывает существенного влияния на результат.

Список литературы

1. Недосеко И.В., Бабков В.В., Алиев Р.Р., Кузьмин В.В. Применение конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона при строительстве и реконструкции зданий жилищно-гражданского назначения // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2010. № 1. С. 325–330.
2. Недосеко И.В., Пудовкин А.Н., Кузьмин В.В., Алиев Р.Р. Керамзитобетон в жилищно-гражданском строительстве Республики Башкортостан. Проблемы и перспективы // *Жилищное строительство*. 2015. № 4. С. 16–21.
3. Вытчиков Ю.С., Дементьева А.А., Горин В.М. Теплофизический расчет трехслойной керамзитобетонной стеновой панели // *Строительные материалы*. 2012. № 11. С. 82–83.
4. Довгалюк В.И., Кац Г.Л. Конструкции из легких бетонов для многоэтажных каркасных зданий. М.: Стройиздат, 1984. 223 с.
5. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции. М.: Стройиздат, 1980. 104 с.
6. Соколов Б.С. Совершенствование методики расчета и конструирования стеновых панелей крупнопанельных зданий // *Жилищное строительство*. 2011. № 6. С. 26–30.
7. Крылов С.Б. К расчету стеновых панелей // *Бетон и железобетон*. 2009. № 5. С. 18–23.
8. Данель В.В. Способ повышения несущей способности наружных трехслойных стеновых панелей // *Жилищное строительство*. 2013. № 12. С. 2–5.
9. Васильев П.А., Марозаите И.Р. Применение керамзитобетона для несущих тонкостенных элементов крупнопанельных зданий. Строительство – формирование среды жизнедеятельности [Электронный ресурс]: Сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27–29 апреля 2016 г., Москва). Москва: НИУ МГСУ, 2016. С. 243–248.
10. Марозаите И.Р., Васильев П.А., Плотников А.Н. Применение керамзитобетона для несущих тонкостенных элементов панельных зданий. Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: Материалы Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 23–28 ноября 2015 г.) в 8 ч. Ч. 5. Инновации в строительстве, природообустройстве и техносферной безопасности. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. С. 123–124.
11. Плотников А.Н., Васильев П.А. Сопоставительные испытания трехслойных наружных стеновых панелей из керамзитобетона со стальной и композитной арматурой. Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Чебоксары, 2016. С. 124–132.

References

1. Nedoseko I.V., Babkov V.V., Aliyev R.R., Kuzmin V.V. Application constructional and heat-insulating ке a ramzitobetona at construction and reconstruction of a zd of niya of construction engineering appointment. *Izvestija Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2010. No. 1, pp. 325–330. (In Russian).
2. Nedoseko I.V., Pudovkin A.N., Kuzmin V.V., Aliyev R.R. Keramzitobeton in construction engineering construction of the Republic of Bashkortostan. Problems and prospects. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2015. No. 4, pp. 16–21. (In Russian).
3. Vytchikov Yu.S., Dementieva A.A., Gorin V.M. Heatphysical calculation of the three-layer keramzitobetonny wall panel. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials], 2012. No. 11, pp. 82–83. (In Russian).
4. Dovgaluk V.I., Katz G.L. Konstrukcii iz legkih betonov dlja mnogojetazhnyh karkasnyh zdanij [Construction of lightweight concrete multi-storey frame buildings]. Moscow: Stroyizdat, 1984. 223 p.
5. Frolov N.P. Stekloplastikovaja armatura i stekloplastbetonnye konstrukcii [Fiberglass accessories and fiberglass-concrete design]. Moscow: Stroyizdat, 1980. 104 p.
6. Sokolov B.S. Improving the methods of calculation and design of the wall panels of large buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2011. No. 6, pp. 26–30. (In Russian).
7. Krylov S.B. Calculation of wall panels. *Beton i zhelezobeton*. 2009. No. 5, pp. 18–23. (In Russian).
8. Danel V.V. A method for increasing the bearing capacity of the external three-layer wall panels. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2013. No. 12, pp. 2–5. (In Russian).
9. Vasilyev P.A., Marozaitė I.R. Application keramsit-concrete for bearing thin-walled elements of large buildings. Construction – formation of living environment [electronic resource]: proceedings of the XIX International interuniversity scientific-practical conference of students, undergraduates, graduate students and young scientists (April 27–29, 2016, Moscow). Moscow: NIU MGSU, 2016, pp. 243–248.
10. Marozaitė I.R., Vasilyev P.A., Plotnikov A.N. Application keramsit-concrete for bearing thin-walled elements of panel buildings. Engineering staff – the future of innovative economy in Russia: Proceedings of Student Conference (Yoshkar-Ola, 23–28 November 2015) at 8 am Part 5: Innovations in construction, environmental engineering and technosphere safety. Joshkar-Ola: Povolzhskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet, 2015, pp. 123–124. (In Russian).
11. Plotnikov A.N., Vasiliev P.A. Comparative test of three-layer outer wall panels of expanded clay with steel and composite reinforcement. New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IX All-Russia (III International) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016, pp. 124–132. (In Russian).

УДК 67.03.00

С.В. СЕРГЕЕВ[1], д-р техн. наук (sergey.sergeev.v@mail.ru),
Н.С. СОКОЛОВ[1], канд. техн. наук (ns_sokolov@mail.ru);
Е.Д. ВОРОБЬЕВ[2], канд. техн. наук (vorobev@bsu.edu.ru)

[1] Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова (428015, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., д. 15)
[2] Белгородский государственный национальный исследовательский университет (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85)

Натурные наблюдения за строительством сборно-монолитного здания с «безригельным» каркасом

Одной из приоритетных задач национальной политики РФ является обеспечение безопасности и надежности зданий и сооружений, служащих средой жизнедеятельности. В связи с этим при строительстве или реконструкции зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, а также для эксплуатируемых зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства в условиях существующей застройки, необходимо осуществлять геотехнический мониторинг. Основной целью мониторинга является своевременное выявление недопустимых отклонений в строящихся или реконструируемых зданиях и сооружениях, а также в существующих объектах, находящихся в зоне влияния нового строительства, и их основания от проектных значений. По полученным данным разрабатываются мероприятия по предупреждению или устранению негативных последствий.

Ключевые слова: *безопасность, надежность, карст, суффозия, деформация, «безригельный» каркас, деформометр, свая ЭРТ.*

Для цитирования: Сергеев С.В., Соколов Н.С., Воробьев Е.Д. Натурные наблюдения за строительством сборно-монолитного здания с «безригельным» каркасом // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 58–61.

S.V. SERGEEV[1], Doctor of Sciences (Engineering) (sergey.sergeev.v@mail.ru),
N.S. SOKOLOV[1], Candidate of Sciences (Engineering) (ns_sokolov@mail.ru);
E.D. VOROBIEV[2], Candidate of Sciences (Engineering) (vorobev@bsu.edu.ru)
[1] Chuvash State University Named After I. N. Ulyanov (5, Moskovsky Avenue, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)
[2] Belgorod State National Research University (85, Pobedy Street, Belgorod, 308015, Russian Federation)

Field Observations over Construction of a Precast-Monolithic Building with «Girderless» Frame

One of the priorities of the national policy of the Russian Federation is to ensure the safety and reliability of buildings and structures that serve as living environment. In this regard, it is necessary to perform the geotechnical monitoring when constructing and reconstructing buildings and structures under complex engineering-geological conditions as well as for operated buildings and structures within the area of influence of new construction under conditions of the existing development. The main objective of monitoring is the timely identification of unacceptable deviations in newly built or reconstructed buildings and structures as well as in existing objects located in the areas of influence of new construction and their bases from design values. According to the results obtained, measures for preventing or eliminating negative consequences are developed.

Keywords: safety, reliability, karst, suffusion, deformation, “girderless” frame, deformometer, bored-injection pile.

For citation: Sergeev S.V., Sokolov N.S., Vorobiev E.D. Field observations over construction of a precast-monolithic building with «girderless» frame. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 58–61. (In Russian).

Мониторинг включает в себя визуальные и инструментальные наблюдения за поведением строительных конструкций и их оснований в процессе строительства и в начальный период эксплуатации и осуществляется по специально разработанной методике [1–9]. Как правило, он состоит из следующих основных этапов:

1. Проведение обследования существующих зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства. Построение теоретической модели с прогнозом передачи нагрузки от здания или сооружения на основание и определение величин деформаций основания во всех точках в зоне влияния строящегося объекта (теоретические исследования).

2. Проведение визуального и измерительно-технического наблюдения, контроля и приемки каждого отдельного этапа строительных работ (практические измерения), выполняемое посредством геодезических и геотехнических измерений. Измерение деформаций сооружений (осадки, крены, горизонтальные смещения и др.); фиксация и наблюдение за раскрытием трещин; измерение деформаций и усилий в конструкциях при помощи датчиков. Наблюдение за состоянием основания сооружения, окружающего массива грунта и за гидрогеологической обстановкой: измерение напряжений и деформаций в грунтовом массиве; наблюдения за развитием опасных геологических и инженерно-геологических процессов (карст, суффозия, оползни, оседания поверхности и др.).

3. Принятие решений и мер по обеспечению конструктивной безопасности зданий и сооружений в случае возникновения расхождений между теорией и практикой,

Рис. 1. *Общий вид строящегося в Белгороде здания со сборно-монолитным «безригельным» каркасом*

влияющих на надежность. Уточнение прогнозов в части изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива и внесение коррективов в проектные решения, а также разработка в случае необходимости противоаварийных и защитных мероприятий.

Ранее методика была апробирована при строительстве жилого здания с монолитным каркасом на фундаментной плите [5]. Авторами осуществлялся [5–9] мониторинг строительства сборно-монолитного здания с «безригельным» каркасом, общий вид которого приведен на рис. 1.

Пространственный каркас жилого дома выполнен в «безригельном» исполнении с несущими колоннами (сечение 500×500 мм) и «ригелями» (сечение 240×280(h) мм). «Безригельным» каркас называется потому, что несущими элементами перекрытия являются предварительно напряженные ванты, которые после натяжения обетонируются для придания каркасу большей жесткости и меньшей деформативности. Ванты выполняются из шести предварительно напряженных канатов К-7-15, при этом каждый канат натягивается отдельно. Согласно проектному решению, натяжение происходит в два этапа: первый – натяжение канатов по прямой с усилием 10 т на канат; второй – оттяжка канатов на шпонки, крепящиеся к плитам.

При этом усилие натяжения в каждом канате достигает 150 кН. Канаты проходят через колонны в специальных отверстиях, которые после первого этапа забиваются цементным молочком. Второй этап натяжения происходит после набора прочности бетоном «пробок».

Для наблюдения за поведением несущих конструкций здания и основанием была создана измерительная сеть. Измерение осадок фундаментов под колоннами производилось методом высокоточного геометрического нивелирования способом «из середины» с помощью высокоточных нивелиров Н-05 и инварных реек.

Измерение величин деформаций в конструкциях производилось при помощи специально созданной сети, состоящей из струнных преобразователей линейных деформаций, установленных до бетонирования, на уровне расположения нижней рабочей предварительно напряженной арматуры монолитных «ригелей», показанных на рис. 2. Замеры прогибов и деформаций монолитных «ригелей» осуществлялись также при помощи системы индикаторов часового типа, установленных в пролетных и опорных сечениях «ригелей», показанных на рис. 3. На нижнюю плоскость монолитных «ригелей» были смонтированы замерные базы, расстояние между которыми периодически, по мере нагружения, измерялось механическим тензометром с индикаторным прибором часового типа.

По полученным результатам натурных исследований деформаций на уровне расположения нижней предварительно напряженной рабочей арматуры и нижней плоскости монолитного «ригеля» определено его фактическое напряженно-деформированное состояние.

После набора необходимой прочности бетона монолитного «ригеля» и демонтажа временных подпорок и опалубки при помощи установленных приборов были измерены де-

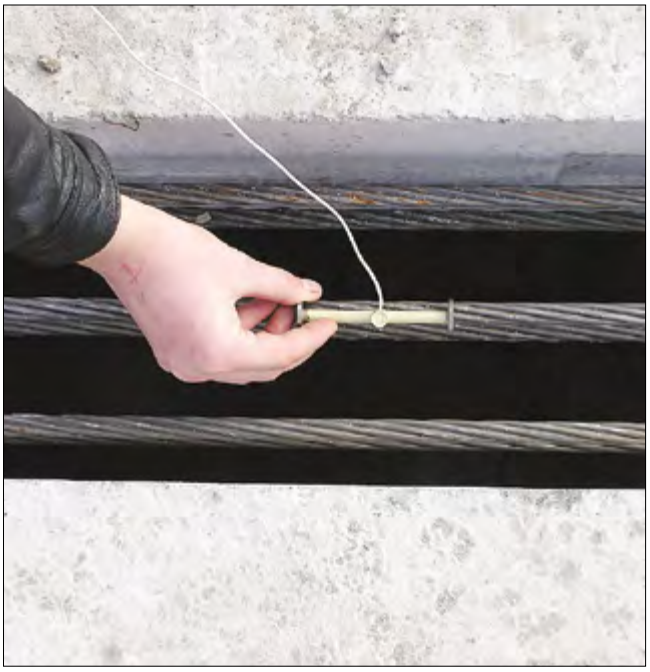


Рис. 2. *Деформометр, закладываемый до бетонирования монолитного «ригеля»*

Рис. 3. *Индикатор часового типа, измеряющий деформации узла сопряжения «ригеля» и колонны*

формации, по которым определены напряжения. На уровне верхнего ряда канатов напряжения сжатия в бетоне составили 5700 кПа, а на уровне нижнего ряда канатов напряжения сжатия в бетоне составили 4500 кПа. Напряжения на нижней плоскости монолитного «ригеля» составили 4000 кПа.

Полученные данные подтверждают совместную работу сборных колонн и плит перекрытий за счет натяжения высокопрочной канатной арматуры, проходящей в двух взаимно перпендикулярных направлениях через отверстия в колонне, которая предполагалась на этапе его проектирования и расчета. При этом сборные элементы перекрытий служат упором при натяжении канатов. Образовавшиеся «узлы трения» между колоннами и перекрытиями воспринимают усилия от вертикальной нагрузки, что позволяет применять сборные железобетонные колонны без консолей, используя при монтаже инвентарные металлические столики.

По измеренным вертикальным деформациям двадцати двух колонн определены напряжения при модуле деформации 30 тыс. МПа. В среднем напряжения достигают 13,6 МПа при соотношении максимальных к минимальным 2. Это отличие объясняется конструктивными особенностями здания.

Средняя величина осадок колонн после стабилизации составила 13,5 см при соотношении максимальных к минимальным 1,25. Осадки незначительно превысили допускаемые по СП 22.13330.2011 «Свод правил. СНиП 2.02.01.83. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция». Это объясняется наличием в основании 12-метровых забивных свай [10] водонасыщенных меловых грунтов. При этом относительные разности осадок не превысили допускаемых величин.

Следует отметить, что мел представляет собой мягкую неслоистую тонкозернистую слабосцементированную породу. Он состоит из тонких (2–10 мкм) зерен кальцита, его обломков, остатков кокколитов (2–5 мкм) и фораминифер. Отдельные слои мела почти полностью состоят из кокколитов или кокколиты преобладают в них. Мел отличается от известняков меньшей твердостью и наличием микроканалов, образованных микроорганизмами, которые питаясь мелом, пронизывают его в разноориентированных направлениях. Мел интенсивно впитывает воду, и при этом его прочность в водонасыщенном состоянии резко снижается. Кроме того, он обладает свойством тиксотропности, что является ценным строительным качеством для заглубленных сооружений, таких как забивные, задавливаемые и буровые сваи.

Благодаря специфичности физико-механических свойств гипса одним из наиболее приемлемых типов буровых свай для рассматриваемых инженерно-геологических условий является буроинъекционная свая, изготовленная по разрядно-импульсной технологии, – свая ЭРТ с промежуточными опорами («подпятниками») [11–15]. Несущая способность таких свай по грунту превосходит F_d забивных и задавливаемых свай примерно в 1,3 раза.

Дополнительным преимуществом свай ЭРТ по сравнению с другими типами свай является цементирующий эффект грунтового основания, что повышает надежность эксплуатации основания, фундаментов и всего здания в целом.

Таким образом, для повышения безопасности и надежности зданий и сооружений необходимо осуществлять геотехнический мониторинг, использование которого рекомендуется при строительстве или реконструкции зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, а также на стесненных территориях.

Список литературы

1. Мангушев Р.А., Никифорова Н.С., Конюшков В.В., Осокин А.И. Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах. М.: АСВ, 2013. 256 с.
2. Мангушев Р.А., Веселов А.А., Конюшков В.В., Сапин Д.А. Численное моделирование технологической осадки соседних зданий при устройстве траншейной «стены в грунте» // *Вестник гражданских инженеров.* 2012. № 5 (34). С. 87–98.
3. Маковецкий О.А., Зуев С.С., Хусаинов И.И., Тимофеев М.А. Обеспечение геотехнической безопасности строящегося здания // *Жилищное строительство.* 2014. № 9. С. 34–38.
4. Пономарев А.Б. Геотехнический мониторинг жилого дома // *Жилищное строительство.* 2015. № 9. С. 41–46.
5. Сергеев С.В., Сенюшкин В.В. Исследование работы здания с монолитным каркасом как системы на упругом основании. Международная научно-практическая конференция «Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века»: Сборник статей. Москва, 2006. С. 45–51.
6. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. СПб.: Центр качества строительства, 1998. 96 с.
7. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1989. 23 с.
8. Сергеев С.В., Воробьев Е.Д. Геотехнический мониторинг строительства зданий и сооружений в условиях г. Белгорода. Москва – Белгород: РААСН. 2008. Т. 2. С. 76–83.
9. Рыбалов А.И., Рыбалов М.А. Опыт использования меловых грунтов в качестве основания // Труды международной конференции «Геотехнические проблемы мегаполисов». Москва, 2010. С. 1389–1390.
10. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай ЭРТ // *Основания, фундаменты и механика грунтов.* 2015. № 1. С. 10–13.
11. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // *Геотехника*. 2016. № 2. С. 28–34.
12. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Геотехника*. 2016. № 3. С. 60–66.
13. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство.* 2016. № 9. С. 11–14.
14. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Жилищное строительство.* 2016. № 10. С. 54–59.
15. Соколов Н.С. Подходы к увеличению несущей способности буроинъекционных свай усиления // *Материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2016)* – 2016. Чебоксары: ЧГУ, 2016. С. 304–316.

References

1. Mangushev R.A., Nikiforova N.S., Konyushkov V.V., Osokin A.I. Proektirovanie i ustroistvo podzemnykh sooruzhenii v otkrytykh kotlovanakh [Designing and the

device of underground constructions in open ditches]. Moscow: ASV, 2013. 256 p.
2. Mangushev R.A., Veselov A.A., Konyushkov V.V., Sapin D.A. Numerical simulation of adjoining developments technology settlement in process of trench slurry wall construction. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2012. No. 5 (34), pp. 87–98. (In Russian).
3. Makovetsky O.A., Zuev S.S., Khusainov I.I., Timofeev M.A. Ensuring geotechnical safety of the building under construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 9, pp. 34–38. (In Russian).
4. Ponomarev A.B. Geotechnical monitoring of the apartment house. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 9, pp. 41–46. (In Russian).
5. Sergeev S.V., Senyushkin V.V. Research of work of building with monolithic framework as system on elastic foundation, The collection of articles from Intern. scientific-practical conference «City and ecological reconstruction of housing and communal complex of the XXI century», Moscow, 2006, pp. 45–51. (In Russian).
6. Grozdov V.T., Technical survey of building structures of buildings and constructions [Tekhnicheskoe obsledovanie stroitel'nykh konstruktsii zdanii i sooruzhenii]. St. Petersburg: Centr kachestva stroitelstva, 1998. 96 p.
7. Recommendations for assessment and strengthening of building constructions of industrial buildings and structures [Rekomendatsii po otsenke sostoyaniya i usileniyu stroitel'nykh konstruktsii promyshlennykh zdanii i sooruzhenii]. Moscow: Stroyisdat, 1989. 23 p. (In Russian).
8. Sergeev S.V., Vorobyov E.D., Geotechnical monitoring of construction of buildings and structures in the environment of Belgorod [Geotekhnicheskii monitoring stroitel'stva zdanii i sooruzhenii v usloviyakh Belgoroda]. Moscow – Belgorod: RAASN, No. 2, 2008, pp. 76–83. (In Russian).
9. Rybalov A.I., Rybalov M.A., The experience of using chalk soils as basis. *Papers of the international conference «Geotechnical problems of megacities»*. Moscow, 2010, pp. 1389–1390. (In Russian).
10. Sokolov N.S. Ryabinov V.M. About one method of continuous flight augering EDT-piles carrying capacity calculation. *Osnovaniya, fundamenty i Mekhanika gruntov*. 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
11. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About effectiveness of the appliance of continuous flight augering piles with multiple caps using electric-discharge technology. *Geotehnika*. 2016. No. 2, pp. 28–34. (In Russian).
12. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. Special aspects of the appliance and the calculation of continuous flight augering piles with multiple caps. *Geotehnika*. 2016. No. 3, pp. 60–66. (In Russian).
13. Sokolov N.S. Ryabinov V.M. The technology of appliance of continuous flight augering piles with increased bearing capacity. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 9, pp. 11–14. (In Russian).
14. Sokolov N.S. Technological methods of appliance of continuous flight augering piles with multipoint widenings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 54–59. (In Russian).
15. Sokolov N.S. Approaches to increase the bearing capacity of strengthening continuous flight augering piles. *Materials of 3nd International (9th All-Russian) conference «New in architecture, design of building structures and reconstruction» (NASKR-2016)*. Cheboksary: Chuvash State University, 2016, pp. 304–316. (In Russian).

УДК 624:711.1

Н.С. СОКОЛОВ[1], канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru); А.Г. СУЧКОВА[2], инженер;
С.Н. СОКОЛОВ[1], инженер, зам. директора по науке,
А.Н. СОКОЛОВ[1], инженер, зам. директора по производству

[1] ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109а)
[2] Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
(428015, Россия, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

Геотехнические технологии приспособления застраиваемых зданий к условиям старой застройки

Строительство зданий и сооружений в стесненных условиях требует особого подхода. Возникает ряд строительных проблем, связанных с сохранением эксплуатационной надежности ранее возведенных объектов. Это особенно актуально для случаев, когда сохраняемые здания имеют ограниченную несущую способность и в то же время их нельзя исключить из технологического процесса. Новое строительство, восстановление или реконструкция объектов старой застройки с последующим гармоничным включением их в единый технологический цикл является важной задачей любого геотехнического строительства.

Ключевые слова: *стесненные условия, буроинъекционная свая, электроразрядная технология (ЭРТ), водонасыщенные грунты, несущая способность свай по грунту.*

Для цитирования: Соколов Н.С., Сучкова А.Г., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Геотехнические технологии приспособления застраиваемых зданий к условиям старой застройки // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 62–67.

N.S. SOKOLOV[1], Candidate of Sciences (Engineering), Director (forstnpf@mail.ru); A.G. SUCHKOVA[2], Engineer;
S.N. SOKOLOV[1], Engineer, Deputy Director for research, A.N. SOKOLOV[1], Engineer, Deputy Director for production
[1] OOO NPF "FORST" (109a, Kalinina Street, Cheboksary, 428000, Chuvash Republic, Russian Federation
[2] Chuvash State University Named After I. N. Ulyanov (5, Moskovsky Avenue, Cheboksary, 428015, Chuvash Republic, Russian Federation)

Geo-Technical Technologies of Adaptation of Buildings under Construction to Conditions of Old Development

The construction of buildings and structures under constrained conditions requires a special approach. There are a number of construction problems associated with maintaining the operational reliability of previously constructed objects. This is especially true for cases when preserved buildings have limited bearing capacity and at the same time they cannot be excluded from the technologic process. New construction, renovation and reconstruction of old buildings with subsequent harmonious inclusion in the single technological cycle is an important problem of any geo-technical construction.

Keywords: constrained conditions, bored-injection piles, electric-discharge technology (EDT), water-saturated soil, bearing capacity of piles regarding soil.

For citation: Sokolov N.S., Suchkova A.G., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Geo-technical technologies of adaptation of buildings under construction to conditions of old development. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 62–67. (In Russian).

Возведение объектов в сложных инженерно-геологических, а также стесненных условиях предполагает разработку и внедрение нестандартных подходов и методов геотехнического строительства [1–3]. Необходимо предусматривать технологические мероприятия, предотвращающие возможные аномальные процессы в основаниях существующих зданий и сооружений в зоне геотехнического влияния. Эти процессы могут проявляться в основном в виде их неравномерных деформаций [4–5]. Возможные причины таких последствий: понижение уровня подземных вод вследствие отрытия котлована; подъем уровня подземных вод из-за устройства водонепроницаемых ограждений котлованов («стена в грунте», стальные шпунтовые стены Ларсена, сплошная зацементированная стена по технологии Get Grouting и т. д.); нагрузки от вновь возводимого объекта [6–13].

При проектировании объектов следует учесть все эти негативные факторы.

В настоящей работе рассматриваются некоторые случаи решения этих вопросов с участием авторов этой статьи.

Нижеперечисленные объекты можно подразделить на следующие группы.

Первая группа: восстанавливаемые аварийные или ограниченно работоспособные действующие здания, планируемые к включению в единый технологический цикл с вновь застраиваемым сооружением. В рассматриваемом случае использованы геотехнические технологии, обеспечивающие устойчивость стенок котлована вновь застраиваемого восьмиэтажного торгового здания.

В геоморфологическом отношении площадка строительства приурочена ко II надпойменной террасе р. Оки. Рельеф спокойный. Отметки поверхности земли колеблются от 76 до 76,5 м.

В геологическом отношении до глубины -8 м площадка представлена следующими инженерно-геологическими элементами (ИГЭ): ИГЭ 1 – tQ_{IV} – насыпные грунты. Суглинки темно-серые мягкопластичной и текучепластичной консистенции, с прослоями супеси и песка, с включением щебня кирпича (до 20–25%), остатков древесины. Мощность слоя 2,5–2,7 м; ИГЭ 2 – alQ_{IV} – суглинки тугопла-

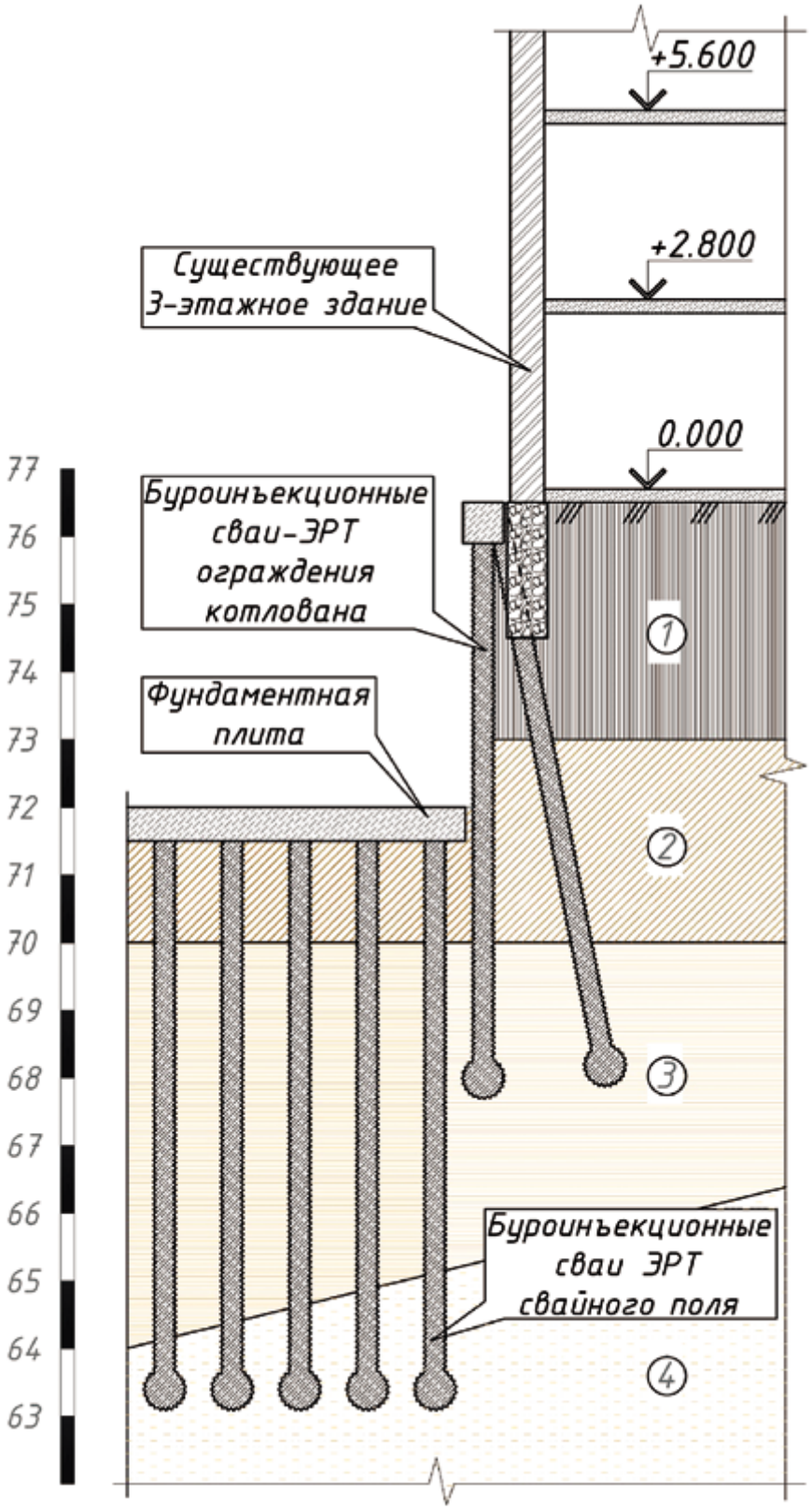


Рис. 1. *Схема усиления основания фундаментов существующего трехэтажного здания с помощью буроинъекционных свай ЭРТ: 1 – насыпной грунт; 2 – песок пылеватый; 3 – песок мелкий; 4 – песок средней крупности*

Рис. 2. *Фрагмент узла включения существующего трехэтажного здания в единый технологический цикл с вновь застраиваемым объектом: 1 – ограждение котлована из буроинъекционных свай ЭРТ; 2 – монолитный железобетонный обвязочный пояс; 3 – буроинъекционные сваи ЭРТ свайного поля*

стичные, реже мягкопластичные. Мощность слоя 0,4–0,8 м; ИГЭ 3 – alQ_{III} – пески пылеватые, средней плотности сложения, влажные, ниже уровня грунтовых вод водонасыщенные. Пески серовато-коричневые, желтовато-коричневые и светло-серые с линзами и тонкими прослойками суглинка. Вскрытая мощность 4,5–5 м; ИГЭ 4 – alQ_{III} – пески средней крупности, плотные, насыщенные водой. Водовмещающими грунтами служат пески пылеватые.

Физико-механические свойства грунтов основания приведены в таблице.

Вновь возводимый семиэтажный каркасный объект общественного назначения, имеющий в плане четверти круга, запроектирован на свайно-плитном фундаменте. В качестве типа свай на основании технико-экономического сравнения выбрана буроинъекционная свая, изготавливаемая по разрядно-импульсной технологии (сваи ЭРТ). Выбор сваи ЭРТ обусловлен стесненностью строительной площадки, а также необходимостью вовлечения существующего трехэтажного кирпичного бескаркасного здания в единый технологический цикл. Следует отметить, что отметка заложения подошвы существующего фундамента выше подошвы ростверка свайно-плитного фундамента на 3,5 м (рис. 1). В связи с этим запроектированы: подпорная стена из буроинъекционных свай ЭРТ и сваи ЭРТ усиления (рис. 2, 3), поверху которых возведен монолитный железобетонный пояс, объединяющий оголовки свай ЭРТ и одновременно являющийся опорой монолитного железобетонного перекрытия.

№ слоя	Наименование элемента	Плотность, г/см³	Угол внутреннего трения	Удельное сцепление, кПа	Модуль деформации, МПа
1	Насыпной грунт. Расчетное сопротивление R_0, кПа	80	–	–	–
2	Песок пылеватый, средней плотности, плотный, насыщенный водой	2,01 / 2,06	30 / 33	4 / 5	19 / 25
3	Песок мелкий, средней плотности, плотный, насыщенный водой	2 / 2,05	32 / 34	2 / 3	27 / 35
4	Песок средней крупности, плотный, насыщенный водой	2,07	38	2	41
Примечание. Над чертой: α = 0,95; под чертой: α = 0,85.					

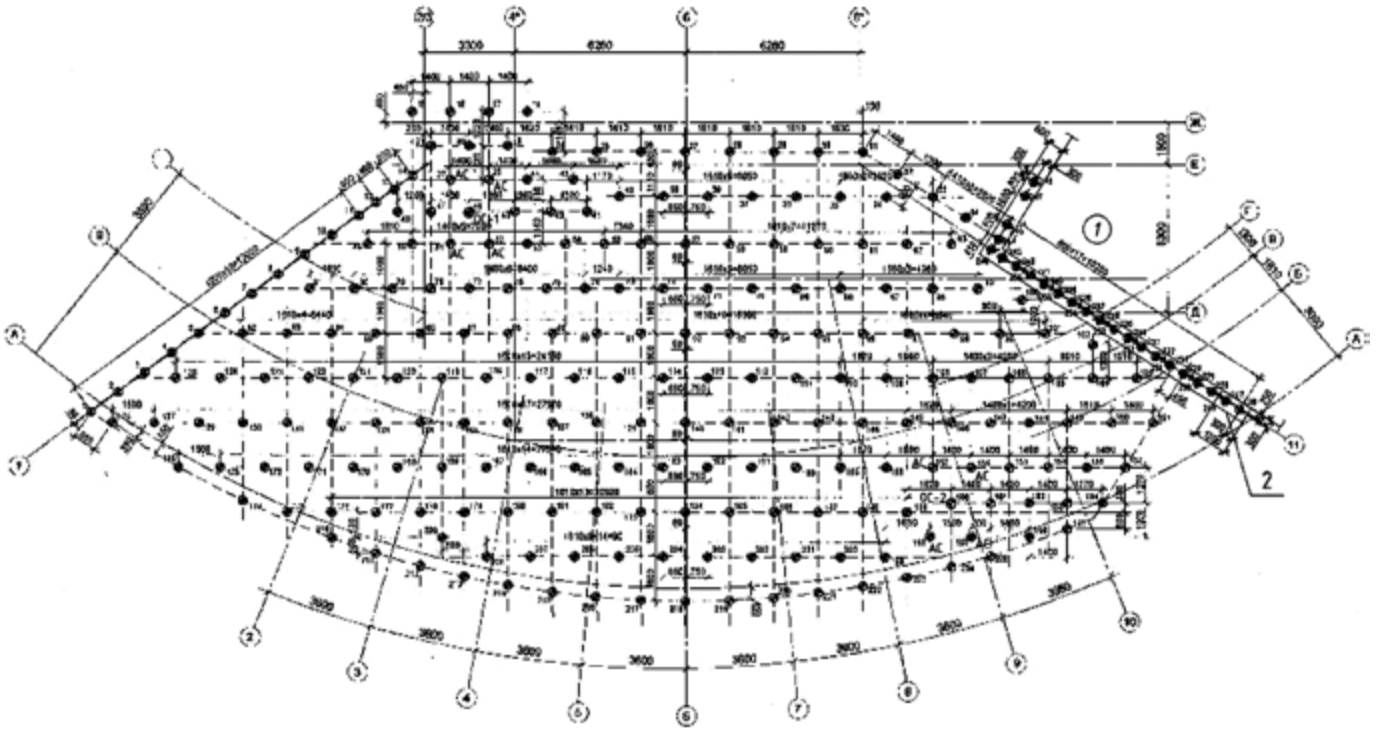


Рис. 3. *Свайное поле из свай ЭРТ застраиваемого здания рядом с существующим трехэтажным объектом: 1 – существующее трехэтажное здание; 2 – подпорная стена ограждения котлована из свай ЭРТ с монолитным железобетонным обвязочным поясом*

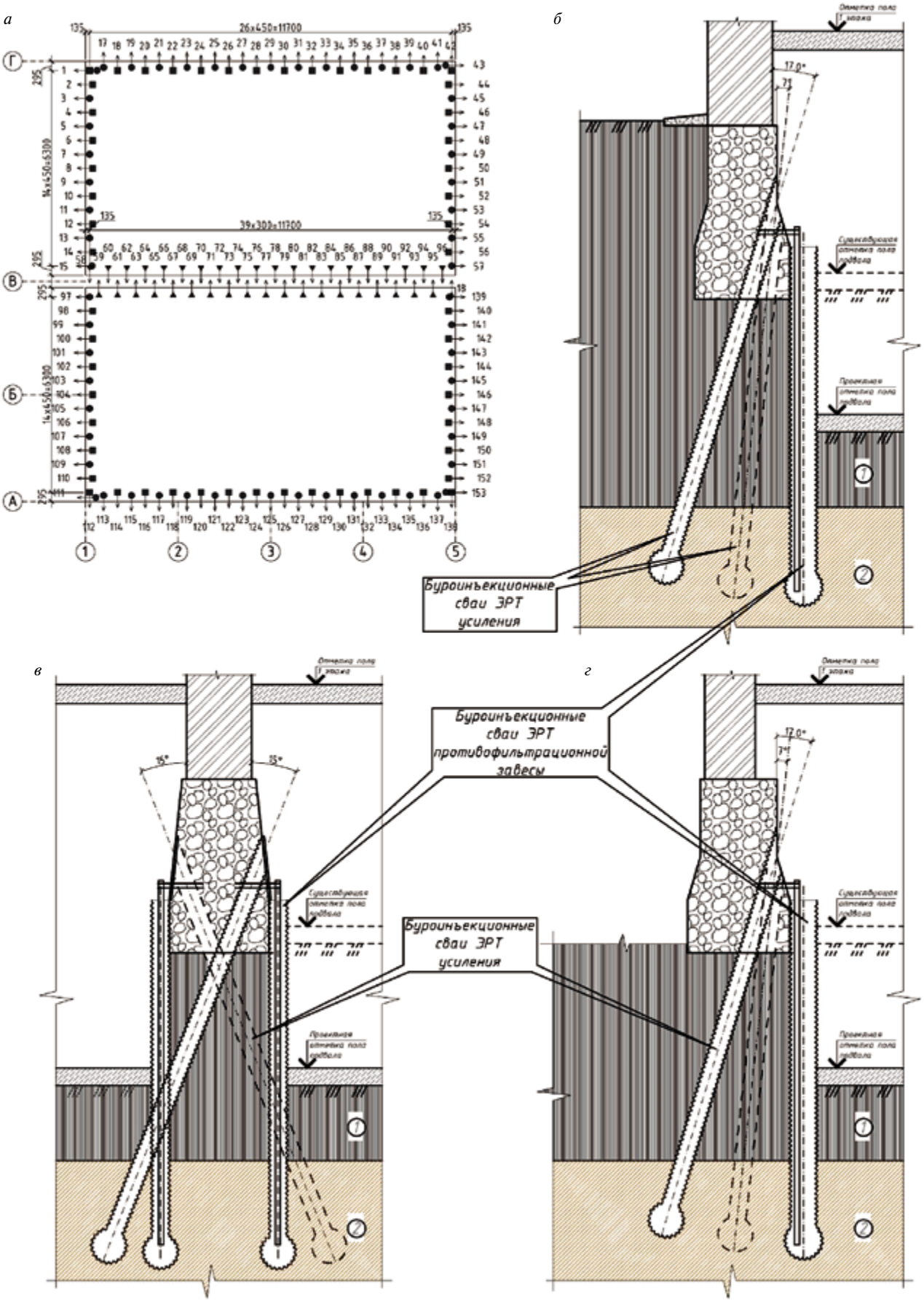


Рис. 4. *Схемы усиления основания фундаментов при понижении полов подвала: а – план буроинъекционных свай ЭРТ; б, в, г – сечения усиливаемых фундаментов*

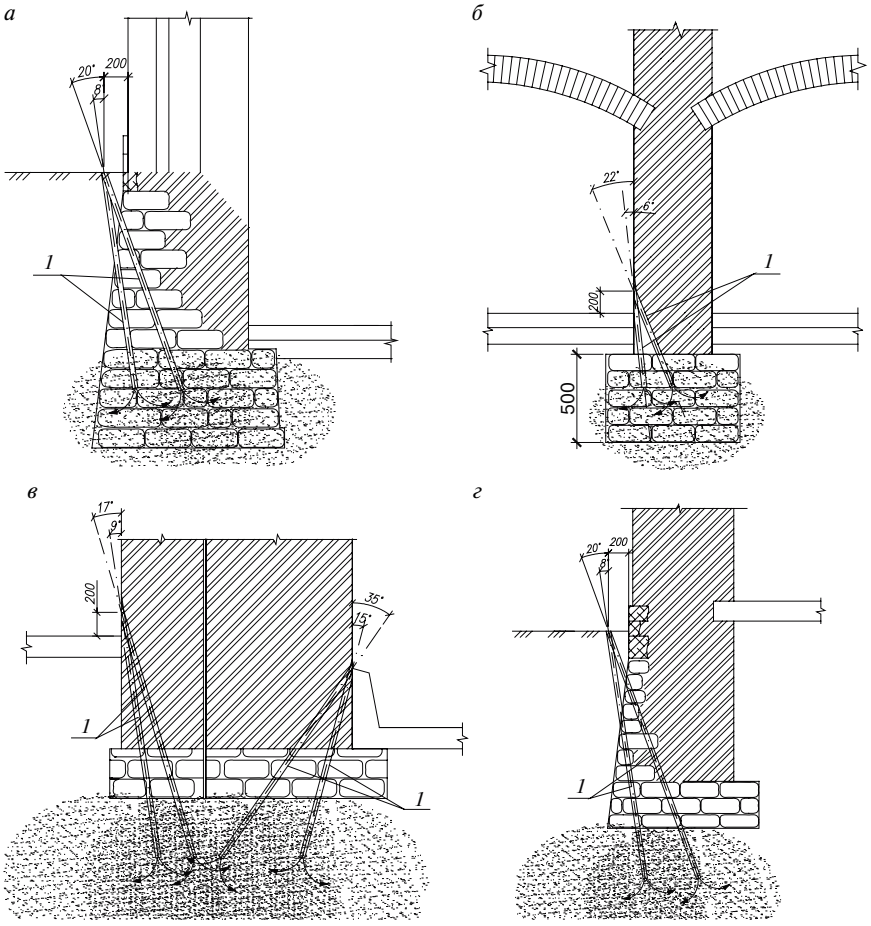


Рис. 5. *Схемы производства цементационных работ по усилению тела фундаментов и контактного слоя: а, б – цементация тела фундаментов; в, г – цементация контактного слоя основания с фундаментом: 1– цементационные скважины – ЭРТ*

Ко второй группе – объекты, отнесенные к памятникам истории, культуры и архитектуры регионального и федерального значения, включенные в единый технологический цикл с застраиваемыми сооружениями. В этом случае возникают геотехнические задачи, связанные: 1) с **цементационными** работами по закреплению тела фундаментов; 2) с **цементационными** работами по усилению контактного слоя основания с подошвой фундаментов; 3) с **работами, связанными с усилением оснований фундаментов** одним из наиболее оптимальных для конкретных инженерно-геологических и гидрогеологических условий застраиваемой территории; 4) с **работами, связанными с осуществлением мероприятий по защите подвальных помещений** от затопления подземными водами («противофильтрационные завесы»).

К этой же группе относятся эксплуатируемые сооружения, запроектированные к увеличению этажности, что предполагает увеличение нагрузок на основание. При вовлечении этих зданий в единую технологию дополнительно возникает задача по разработке и осуществлению работ по усилению оснований фундаментов.

Ниже рассмотрен случай из геотехнической практики реконструкции пятиэтажного кирпичного здания с неполным каркасом, отнесенного к памятнику истории и архитектуры регионального значения.

Абсолютные отметки поверхности земли составляют 3,28–3,4 м. Инженерно-геологические условия площадки в зоне расположения здания представлены следующими условиями: морские отложения, расположенные под техногенным слоем, средней мощностью до 2–3,2 м, простираются от абсолютных отметок +1,89 – -1 м до -1,61 – -2,56 м (БС) и представлены песками среднезернистыми, частично перекрытыми мелкими песками. Несущим слоем основания являются среднезернистые пески с E_0 = 27–31 МПа; φ = 30–33°; С = 1–2 КПа. Грунтовые воды зафиксированы на глубинах 1,1–2,2 м (абс. отм. +1,54–0,8 м). В осенне-летний период уровень грунтовых вод (УГВ) может подниматься на высоту до 1 м. В момент проведения изысканий УГВ находится на отметке +0,96 м, что практически соответствует проектной отметке понижения пола подвала.

Реконструируемое здание представляет собой сооружение размером в плане 32×15,6 м и высотой 16 м. Здание кирпичное, постройки начала XX в., количество этажей – 5.

Проектом предусмотрено заглубление пола на 500–700 мм ниже существующей подошвы бутовых ленточных фундаментов в части подвала (оси А-Г/1-6).

Для реализации поставленной задачи проектом предусмотрено выполнение следующего комплекса работ в подвальных помещениях (рис. 4, 5).

1. Устройство конструктивной шпунтовой стенки из касательных буроинъекционных свай диаметром 250 мм и длиной 5 м по внутреннему периметру несущих стен и колонн по оси Б. Сваи выполняются с использованием электроразрядной импульсной технологии (сваи ЭРТ) и армируются швеллером 16 П.

2. Выполнение наклонных (к вертикали 7°, 15°, 24°) через тело фундамента буроинъекционных несущих свай диаметром 200 мм и длиной 5 м. Сваи выполняются с использованием электроразрядно-импульсной технологии (ЭРТ) и армируются 4∅18 А500. Пята свай доходит до абсолютной отметки – 0,52 м БС; таким образом, сваи остаются в слое среднезернистого песка. Фактически здание пересаживается на короткие сваи с расчетной нагрузкой 210 кН.

3. Устройство распорной системы в уровне существующего пола подвала, выполняемое в виде анкерного крепления свай шпунтовой стенки к телу бутового фундамента.

Таким образом, в современном геотехническом строительстве актуальной является проблема вовлечения зданий старой застройки в единый технологический цикл с вновь вводимым объектом. Приведенный опыт использования буроинъекционных свай ЭРТ при решении подобной проблемы на примере двух объектов показывает, что новое строительство после решения ряда геотехнических проблем возможно.

Список литературы

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *Основания, фундаменты и механика грунтов.* 2012. № 2. С. 17–20.
2. Родионов В.Н., Сизов И.А, Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986. 301 с.
3. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекон-струкция, 2010. 551 с.
4. Тер-Мартиросян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.
5. Ухов С.Б. Механика грунтов, основания и фундамента. М.: Высшая школа. 2007. 561 с.
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. Опубл. 27.04.2016. Бюл. № 2.
7. Патент РФ №2605213. Способ возведения набивной конструкции в грунте / Н.С. Соколов, Х.А. Джантимиров, М.В. Кузьмин, С.Н. Соколов, А.Н. Соколов // Заявл. 01.07.2015. Опубл. 20.12.2016. Бюл. № 35.
8. Соколов Н.С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014). Чебоксары. 2014. С. 407–411.
9. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ // *Основания, фундаменты и механика грунтов.* 2015. № 1. С. 10–13.
10. Соколов Н.С., Никифорова Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Применение свай ЭРТ для ликвидации предаварийной ситуации при строительстве фундамента // *Геотехника*. 2016. № 5. С. 54–60.
11. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Об ошибочном способе устройства буроинъекционных свай с использованием электроразрядной технологии // *Жилищное строительство*. № 11. 2016. С. 20–29.
12. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Опыт использования буроинъекционных свай ЭРТ при ликвидации аварийной ситуации общественного здания // *Жилищное строительство.* № 12. 2016. С. 31–36.
13. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2016. № 10. С. 54–57.

References

1. Ilyichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of under-ground space of policies Russian mega. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov.* 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
2. Rodionov V.N., Sizov I.A, Tsvetkov V.M. Fundamentals of geomechanics. Moscow: Nedra, 1986. 301 p. (In Russian).
3. Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical maintenance of development of the cities]. St. Petersburg: Georekonstruktiya. 2010. 551 p. (In Russian).
4. Ter-Martirosyan Z.G. Mekhanika gruntov [Mekhanik of soil]. Moscow: ASV, 2009. 550 p. (In Russian).
5. Ukhov S.B. Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenta [Mechanics of soil, basis and base]. Moscow: Vysshaya shkola, 2007. 561 p. (In Russian).
6. Russian Federation patent for plezny model No. 161650. Ustroistvo 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 1.07.2015. Published 20.12.2016. Bulletin No. 35. (In Russian).
7. Patent RF 2605213. Sposob vozvedeniya nabivnoi konstruktsii v grunte [Way of construction 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).
8. 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).
9. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About one method of calculation of the bearing capability the buroinjektsi-onnykh svay-ERT. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov.* 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
10. Sokolov N.S., Nikiforova N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Application svay-ERT for elimination of a preemergency at construction of the base. *Geotechnica*. 2016. No. 5, pp. 54–60.
11. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. About a wrong way of the device the buroinjektsionnykh of piles with use of electrodigit technology. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 11, pp. 20–29. (In Russian).
12. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Experience of use the buroinjektsionnykh of piles ERT at elimination of an emergency of the public building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 12, pp. 31–36. (In Russian).
13. Sokolov N.S. Technological Methods of Installation of Bored-Injection Piles with Multiple En-largements. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 54–57. (In Russian).

УДК 69.056.52

И.Н. МОШКА, зам. директора по подготовке проектов
ООО «АК БАРС Инжиниринг» (420124, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Меридианная, 1)

Инжиниринг – инструмент повышения рентабельности

Сделан акцент на важности использования BIM-технологий в проектировании. Показано, что данные технологии в совокупности с 3D-проектированием позволяют практически полностью исключить ошибки, обусловленные человеческим фактором. Все стадии и разделы проекта в формате BIM рассматриваются в комплексе, во взаимосвязи друг с другом. В работе с заказчиком исчезают неточности в определении количества затрачиваемых материалов и стоимости работ. Показано, что производительность проектирования повышается, упрощается процедура внесения изменений в проект, предупреждаются строительные коллизии, которые приводят к увеличению трудоемкости и стоимости работ.

Ключевые слова: *сборный железобетон, железобетонные изделия, крупнопанельное домостроение, модернизация, BIM-технологии, инжиниринг, 3D-проектирование.*

Для цитирования: Мошка И.Н. Инжиниринг – инструмент повышения рентабельности // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 68–70.

I.N. MOSHKA, Deputy Director for designs development
OOO «AK BARS Engineering» (1, Meridiannaya Street, 420124, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation)

Engineering is an Instrument of Rise in Profitability

The importance of the use of BIM-technologies in designing is accentuated. It is shown that these technologies in combination with 3D-designing make it possible to exclude errors caused by human factor practically completely. All stages and sections of the project in the BIM format are considered in complex and in interconnection with each other. When working with the customer, inaccuracies in determining the amount of spent materials and cost of works disappear. It is shown that the design productivity is improved, the procedure of making changes in the project is simplified, construction collisions, which lead to the increase in labor intensity and cost of works, are prevented.

Keywords: precast reinforced concrete, reinforced concrete products, large-panel housing construction, modernization, BIM-technology, engineering, 3D-designing.

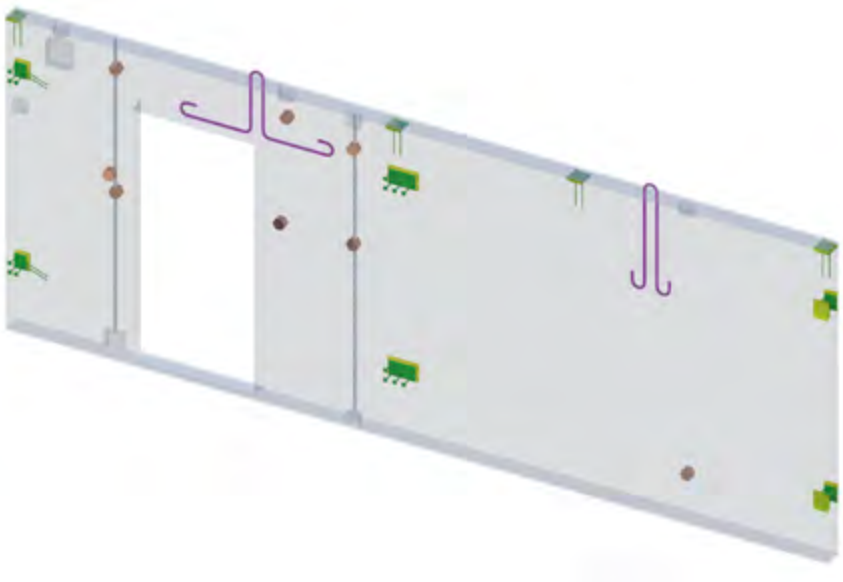
For citation: Moshka I.N. Engineering is an instrument of rise in profitability. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 68–70. (In Russian).

Рынок строительных услуг динамично развивается. В сложившейся экономической ситуации все больше инвесторов и заказчиков обращаются к профессионалам. Все реже ситуации, когда на базе строящегося объекта создается организация для управления проектом из наспех собранных специалистов [1–3]. Инжиниринг становится полноценной, полновесной услугой, от качества которой зависит рентабельность инвестиций.

Качественно меняется и сознание покупателей, тех, кто генерирует доходную часть инвестиционных проектов, приобретая возводимые объекты. Теперь они уделяют внимание конструктивным и инженерным решениям, применяемым при возведении объекта, уровню комфорта общественных пространств. Все эти тренды аккумулируются в знаниях и компетенциях специалистов инжиниринговых компаний [4–7].

Стратегия развития компании «АК БАРС Инжиниринг» направлена на постоянное развитие вместе с охватом новых рынков. Специалисты всегда находятся в поиске передовых технологий производства работ и строительных материалов, изучают мировой опыт в области энергоэффективных технологий. Выпускаемая продукция заводов группы компаний «АК БАРС Девелопмент» постоянно совершенствуется. Структура компании и отлаженная система коммуникаций внутри коллектива позволяют оперативно оценить все параметры принятых решений и изменений [8–11].

В 2016 г. получило развитие проектное направление в компании. Как результат – спроектированный жилой комплекс площадью 20 000 м^3 из сборного железобетона. Казанский домостроительный комбинат, входящий в группу компаний «АК БАРС Девелопмент», начинает выпуск первого дома серии «АК БАРС Инжиниринг», монтажники



приступают к его сборке на площадке. Данный проект позволил протестировать специалистов, отладить коммуникации с техническими службами завода и со структурами, осуществляющими строительно-монтажные работы.

Проектировщики вынуждены решать сложные задачи в процессе внедрения проекта в производство и во время строительно-монтажных работ из-за внесения изменений в проектную документацию. Это необходимо при исправлении ошибок и оптимизации производства: применение более экономичных технических решений приводит к снижению себестоимости продукции без потери ее качества. Внесение корректировок требуется также при обновлении нормативно-технической документации, стоимости материалов, архитектурных и объемно-планировочных решений повторно возводимого объекта.

В пилотном проекте специалисты компании «АК БАРС Инжиниринг» проработали множество конструктивных решений, проанализировали различного вида узлы сопряжения и монтажных элементов, уделили особое внимание планировочным решениям. Сложность проекта заключалась в том, что объект имеет неритмичный шаг осей жилой части из сборного железобетона вместе с наличием первого этажа с коммерческими помещениями в монолитном исполнении.

За 2016 г. в компании завершено внедрение новых инструментов проектирования – сделан еще один шаг в сторону автоматизации информационного моделирования.

Новые инструменты проектирования.

Важность использования BIM-технологий в проектировании доказана опытом передовых стран. Данные технологии в совокупности с 3D-проектированием позволяют практически полностью исключить ошибки при разработке решений и подсчете спецификаций, обусловленные человеческим фактором. Все стадии и разделы проекта в формате BIM рассматриваются в комплексе, во взаимосвязи друг с другом. Не только любое изменение, но и вызванные этим изменением последствия будут учтены со всех сторон во всех своих проявлениях – технологическом, экономическом, экологическом и других аспектах. В работе с заказчиком исчезают неточности в определении количества затрачиваемых материалов и стоимости работ.

Преимущества современных инструментов проектирования очевидны. Повышается производительность проектирования, упрощается процедура внесения изменений в проект, предупреждаются строительные коллизии, которые приводят к увеличению трудоемкости и стоимости работ.

Формат 3D позволяет сформировать наглядную объемную информационную систему, удобную для проектировщиков и для тех, кто пользуется проектной документацией. В компании уверены: вместе с улучшением детализации проектов модель в 3D-формате станет незаменимой в производстве работ.

При выполнении отдельных разделов одного проекта несколько организаций могут использовать различные программные продукты. В этом случае важно сохранять единую «архитектуру» и принципы построения проекта, не позволяя ему распадаться на полунезависимые фрагменты.

Важный аспект современного проектирования – организация продуктивного взаимодействия заводов и проектировщиков. Оборудование на предприятиях должно полностью и безошибочно воспринимать проектные решения. Рабочие и инженеры должны быть обучены чтению чертежей, формат которых отличается от ГОСТа. Для разработки чертежей изделий используется программное обеспечение, которое не всегда имеет автоматическую функцию формирования чертежей по шаблону, точно повторяющее требования ГОСТа. Для выполнения этой задачи специалистам проектной группы приходится «вручную» вносить необходимые параметры. В результате увеличивается срок проектирования и появляется пресловутый «человеческий фактор».

На этапе проектирования главная задача для компании – закладка «фундамента» в виде информационной модели для интеграции конструктивных и инженерных решений с современными инструментами управления проектами и системами ERP. Определяющим шагом становится создание корпоративных библиотек, где отражается информация об используемых строительных материалах и инженерном оборудовании и приведена четкая иерархия работ. Данная задача поможет в дальнейшем максимально эффективно автоматизировать создание информационной модели.

Поиск оптимальных инструментов и подходов в проектировании – сложный процесс. От него зависит, насколько автоматизированным и качественным будет само проектирование. Современные инструменты в проектировании помогают учитывать и точнее определять факторы, влияющие на основополагающие для строительного бизнеса показатели – себестоимость проекта и сроки строительства. Задача инжиниринговых компаний – научиться правильно и эффективно использовать эти инструменты.

Список литературы

1. Николаев С.В. Возможность возрождения домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 4–8.
2. Ярмаковский В.Н. Ресурсоэнергосбережение при производстве элементов конструктивно-технологических систем зданий, их возведении и эксплуатации // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 4–6.
3. Опарина Л.А. Учет энергоемкости строительных материалов на разных стадиях жизненного цикла зданий // *Строительные материалы*. 2014. № 11. С. 44–45.
4. Юмашева Е.И., Сапачева Л.В. Домостроительная индустрия и социальный заказ времени // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 3–11.
5. Харченко С.Г. Развитие строительства социального жилья на базе модернизации индустриального домостроения. Современные технологии управления – 2014 // *Сборник материалов международной научной конференции*. М., 2014. С. 1750–1759.
6. Усманов Ш.И. Формирование экономической стратегии развития индустриального домостроения в России // *Политика, государство и право*. 2015. № 1 (37). С. 76–79.
7. Баранова Л.Н. Развитие индустриального домостроения и промышленности строительных материалов в различных регионах России // *Вестник Российской академии естественных наук* (Санкт-Петербург). 2013. № 3. С. 61–63.
8. Антипов Д.Н. Стратегии развития предприятий индустриального домостроения // *Проблемы современной экономики*. 2012. № 1. С. 267–270.
9. Мельникова И.Б. Новые средства выразительности многоэтажных многосекционных жилых зданий // Научное обозрение. 2015. № 20. С. 86–89.
10. Лекарев И.Н., Сафин А.М., Сидоров А.Г. Концепция строительства из сборного железобетона по стандарту WHaus // *Жилищное строительство*. 2014. № 5. С. 20–25.
11. Лекарев И.Н., Сидоров А.Г., Мошка И.Н. Серия домов АБД-9000: внедрение BIM-технологий на современном производстве // *Строительные материалы*. 2016. № 3. С. 22–24.

References

1. Nikolaev S.V. The possibility or revival of house building factories on the basis of domestic equipment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 4–8. (In Russian).
2. Yarmakovskii V.N. Energy-resources-saving under manufacturing at the elements of structural-technological building systems, their rising and exploitation. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 6, pp. 4–6. (In Russian).
3. Oparina L.A. Taking into Account the energy intensity of building materials at different stages of the life cycle of buildings. *Stroitel'nye Materialy* [Consrtruction Materials]. 2014. No. 11, pp. 44–45. (In Russian).
4. Yumasheva E.I., Sapacheva L.V. House-building industry and social order of time. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. 2014. No. 10, pp. 3–11. (In Russian).
5. Harchenko S.G. Development of construction of social housing on the basis of modernization of industrial housing construction. Modern technologies of management – 2014. *Collection of materials of the international scientific conference*. Moscow, 2014, pp. 1750–1759. (In Russian).
6. Usmanov Sh.I. Formation of economic strategy of development of industrial housing construction in Russia. *Politika, gosudarstvo i pravo*. 2015. No. 1 (37), pp. 76–79. (In Russian).
7. Baranova L.N. Development of industrial housing construction and the industry of construction materials in various regions of Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk* (Sankt-Peterburg). 2013. No. 3, pp. 61–63. (In Russian).
8. Antipov D.N. Strategy of development of the enterprises of industrial housing construction. *Problemy sovremennoi ekonomiki*. 2012. No. 1, pp. 267–270. (In Russian).
9. Melnikova I.B. New means of expressiveness of multystoried multisection residential buildings. *Nauchnoe obozrenie*. 2015. No. 20, pp. 86–89. (In Russian).
10. Lekarev I.N., Safin A.M., Sidorov A.G. The concept of construction from precast concrete according to the WHaus standard. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 5, pp. 20–25. (In Russian).
11. Lekarev I.N., Sidorov A.G., Moshka I.N. Series of ABD Houses – 9000: Introduction of BIM-Technologies at Modern Production. *Stroitel'nye Materialy* [Consrtruction Materials]. 2016. No. 3, pp. 22–24. (In Russian).

УДК 624.05

С.А. СЫЧЁВ, канд. техн. наук (sasychev@ya.ru)
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4)

Индустриальная технология монтажа быстровозводимых трансформируемых зданий в условиях Крайнего Севера

Индустриальная технология монтажа быстровозводимых трансформируемых зданий – оптимальное сочетание решений, которое позволит создать здание с максимально возможным соответствием энергоэффективному индустриальному «чистому» скоростному возведению полносборных 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 полносборных зданий с заранее подготовленным фундаментом, дорогами, благоустройством и подведенными инженерными сетями, что допускает скоростное возведение зданий из высокотехнологичных систем и оперативным подключением здания к подготовленным 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 трудового и энергетического баланса монтажного процесса.

Ключевые слова: *быстрая сборка, энергоэффективность, унифицированные модульные конструкции, предварительно изготовленные на заводе, быстровозводимые модульные здания, высокая скорость строительства.*

Для цитирования: Сычёв С.А. Индустриальная технология монтажа быстровозводимых трансформируемых зданий в условиях Крайнего Севера // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 71–78.

S.A. SYCHEV, Candidate of Sciences (Engineering) (sasychev@ya.ru)
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (4, 2nd Krasnoarmeiskaya Street, St. Petersburg, 190005, Russian Federation)

Industrial Technology of Installation of Prefabricated Transformable Buildings in the Far North

Industrial technology of installation of prefabricated transformable buildings is the optimal combination of solutions that makes it possible to erect a building with maximum possible compliance with energy efficient, industrial “clean” fast construction of prefabricated buildings from high-tech systems with due regard for climate and natural conditions, functionality, architectural preferences, and requirement of normative documents. Activities aimed at the implementation of these requirements involve the implementation of complex space-planning, structural, technological solutions, and modern engineering equipment. Thus, the integrated use of the basic provisions in practice makes it possible to create the system of construction of prefabricated buildings with pre-prepared foundations, roads, landscaping and connected engineering networks that permits the fast erection of high-tech buildings and operative connection of the building to the prepared networks. The integral nature of the «pure» construction puts the problem to the author, the solution of which is individually in each concrete case and provides the sustainable development and often is innovative. The formation of a high-speed method of installation is the search for rational solutions by means of the continuous analyses of components of labor and energy balance of the installation process.

Keywords: quick assembly, energy efficiency, standardized modular designs, prefabricated at the factory, prefabricated modular buildings, high speed construction.

For citation: Sychev S.A. Industrial technology of installation of prefabricated transformable buildings in the Far North. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 71–78. (In Russian).

Исследование существующих технологий показало, что в России и за рубежом накоплен значительный опыт создания быстровозводимых строительных систем [1–4]. Существующие строительные системы имеют ряд недостатков: длительные сроки возведения, значительный вес конструкций, невозможность быстрой разборки элементов при необходимости, трудность перевозки [1]. Автором была предпринята попытка в усовершенствовании трансформируемой системы [5] для создания новых типов трансформации элементов для быстрого изменения объемно-планировочных решений, наличием встроенного оборудования, возможность монтажа без использования тяжелого кранового оборудования.

Несмотря на относительную консервативность строительного рынка, в мире появляется все большее количество технологий, которые могут изменить современное представление о строительстве [6–8]. Например, возведение зданий из модульных трансформируемых высокотехнологичных строительных систем. Сборка здания этим методом осуществляется из отдельных унифицированных полносборных объемных модулей повышенной заводской готовности посредством автоматизированных мачтовых

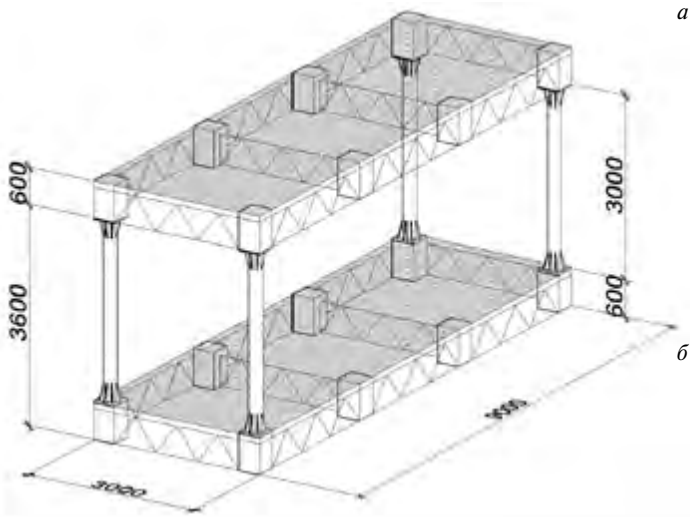


Рис. 1. *Общий вид объемного блока*

подъемников и различных вспомогательных строительных машин [8–15].

Объемные блоки соответствуют единой унифицированной модульной системе, позволяющей взаимоувязать размеры зданий и их элементов.

В модульной системе обязателен принцип кратности всех размеров. В рассматриваемом примере применен блок модульной системы 3М с размерами 9000×3000×3600 мм (рис. 1).

В отличие от аналога объемный блок повышенной заводской готовности представляет систему из модуля перекрытия, стальных трансформируемых колонн или стеновых модулей, трансформируемых наружных стеновых ограждений; имеет вид стакана. Модули перекрытия могут соединяться через одноуровневые или двухуровневые колонны, образуя при этом необходимое объемно-планировочное пространство, например двойной этаж или второй свет. При необходимости колонны могут быть заменены на стеновые модули благодаря унифицированному крепежу (рис. 2).

Модуль перекрытия размером 9000×3000 мм, толщиной 600–900 мм представляет собой сварную объемную конструкцию заводского изготовления, состоящую из решетчатых ригелей в продольном и поперечном направлениях. Верхний пояс модуля снабжается монолитным железобетонным перекрытием толщиной 100 мм, выполненным в производственных условиях с помощью несъемной опалубки из профилированного стального листа, включенного в совместную работу. На монолитном перекрытии выполняется чистовая отделка пола. По углам модуля расположены стандартизированные площадки для крепления колонн с установленными на них коническими направляющими, разъемными петлями и 12 отверстиями под высокопрочные болты 26 мм.

Также на модуле имеются дополнительные стандартизированные площадки, позволяющие крепить дополнительные (промежуточные) колонны и соединять модули в продольном направлении. Каждый модуль снабжен только одной парой колонн. На боковых гранях модуля устанавливаются крепежи для наружных стеновых ограждений. В каждом модуле размещаются различные инженерные коммуникации на этапе заводской сборки (рис. 3).

Соединение сетей смежных блоков осуществляется при помощи стыков, разъемов и резьбовых соединений. Нижний пояс структурного перекрытия выполнен из прямоугольного профиля либо уголка. В качестве отделки потолка используются негорючие цементно-стружечные плиты со встроенными осветительными приборами и декоративным покрытием. В потолке устроены лючки для доступа к крепежным болтам и соединениям инженерных коммуникаций.

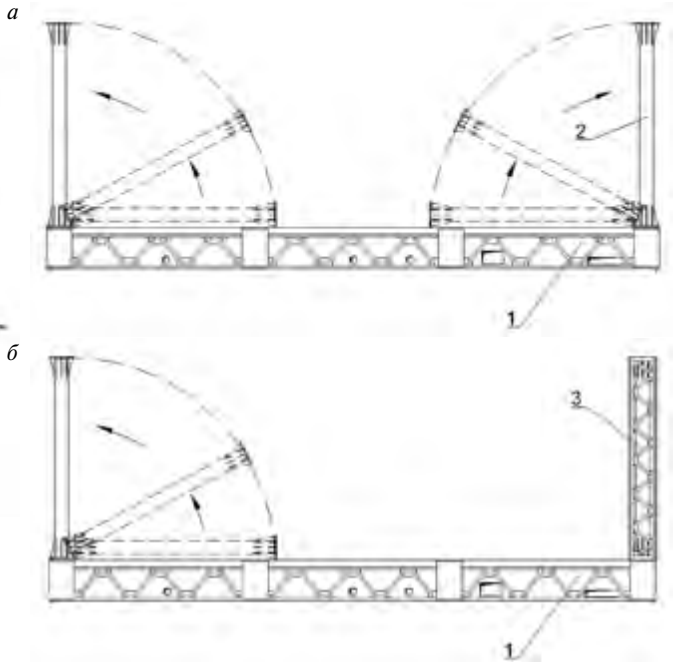


Рис. 2. *Объемный блок: а — блок с колоннами; б — блок со стеновым модулем; 1 — модуль перекрытия; 2 — колонна; 3 — стеновой модуль (наружное трансформируемое стеновое ограждение условно не показан)*

Вертикальные модули стен представляют собой колонны, соединенные крестовыми связями и распоркой, образуя геометрически неизменяемый блок в плоскости крестовой связи. Для большей несущей способности модуля в вертикальном направлении колонны устанавливаются попарно. Жесткость стенового модуля из плоскости крестовой связи обеспечивается решетками, обрамляющими модуль по периметру. При необходимости в модуле могут быть устроены дверные или технологические проемы. Каждый модуль снабжается финишной отделкой из негорючих цементно-стружечных плит толщиной 25 мм (рис. 4).

Процесс производства модулей полностью роботизирован. На выходе получается панель с точной геометрией элементов, имеющей допустимые погрешности в параметрах не более 1 мм.

Стальные трансформируемые колонны выполнены из круглой трубы, в сложенном транспортном положении крепятся к модулю перекрытия на разъемные петли. В зависимости от этажности здания и приложенной нагрузки на перекрытие выбирается диаметр трубы. На торцах колонн приварены пластины с отверстиями для крепления к модулям высокопрочными болтами, гайками и шайбами. Для обеспечения большей жесткости несущих колонн на планках формируются ребра жесткости (фасонки) (рис. 5). Полость самой колонны заполняют бетонной смесью в заводских условиях, так образуется трубобетон.

В вариантном исполнении ядро сталебетонных колонн может быть выполнено из бетона, железобетона и железобетона с двойной трубой в зависимости от этажности и нагрузки на перекрытие.

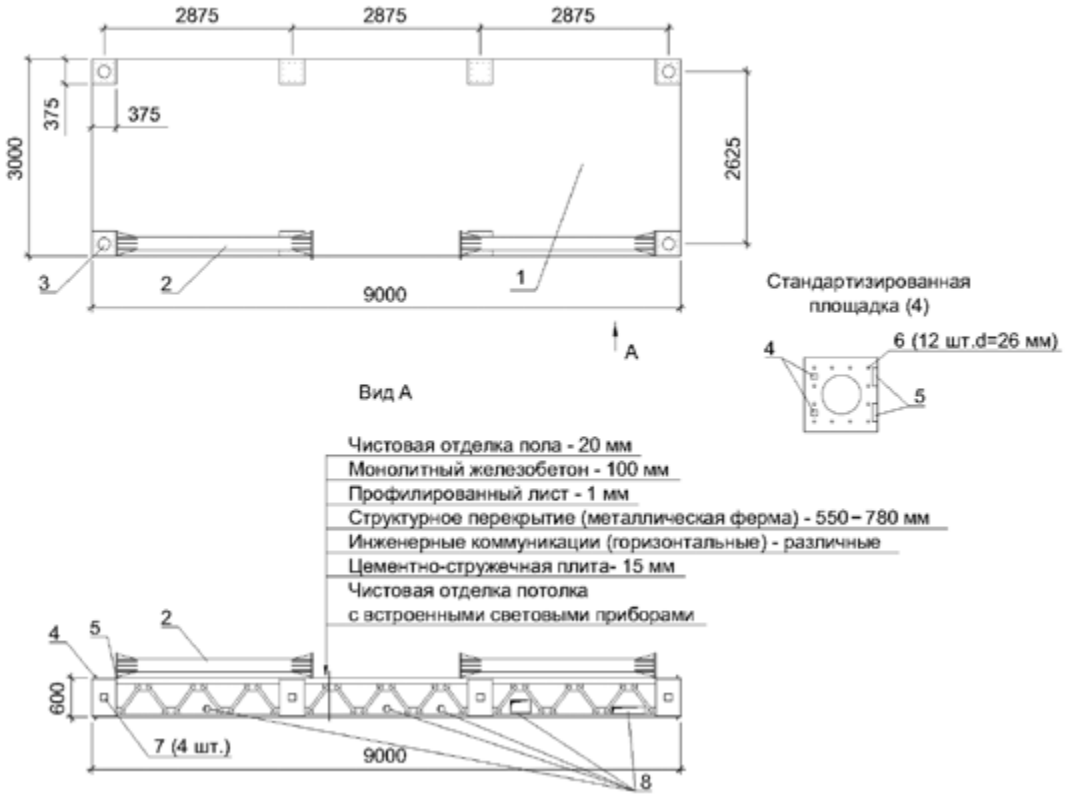


Рис. 3. *Горизонтальный модуль трансформируемой строительной системы типового этажа 3000×9000×600 мм (наружное стеновое ограждение условно не показано): Вид А – в транспортном положении; 1 – горизонтальный модуль; 2 – колонны; 3 – стандартизированные площадки для крепления колонн; 4 – конические направляющие; 5 – разъемные петли; 6 – отверстия под болты; 7 – дополнительные крепежи для наружных стеновых ограждений; 8 – инженерные коммуникации*

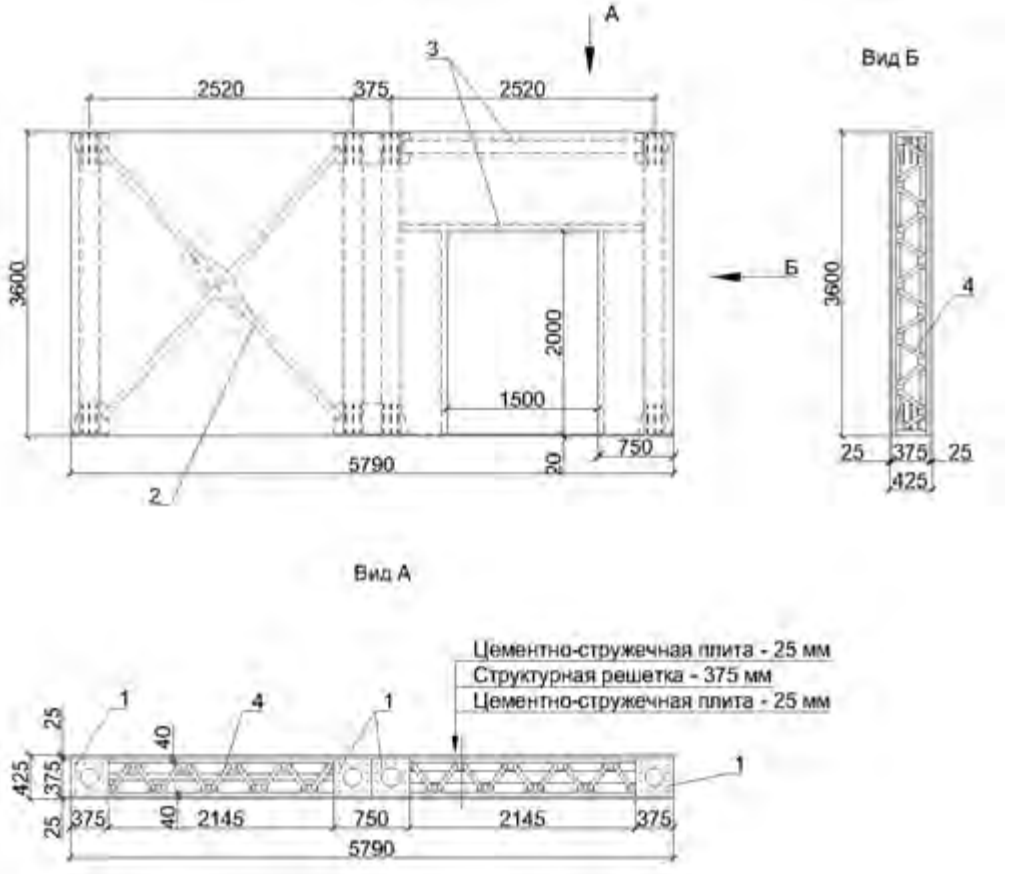


Рис. 4. *Вертикальный модуль (3) трансформируемой строительной системы типового этажа 5790×3600×425 мм: 1 – колонны; 2 – крестовые связи модуля; 3 – распорки; 4 – структурная решетка*

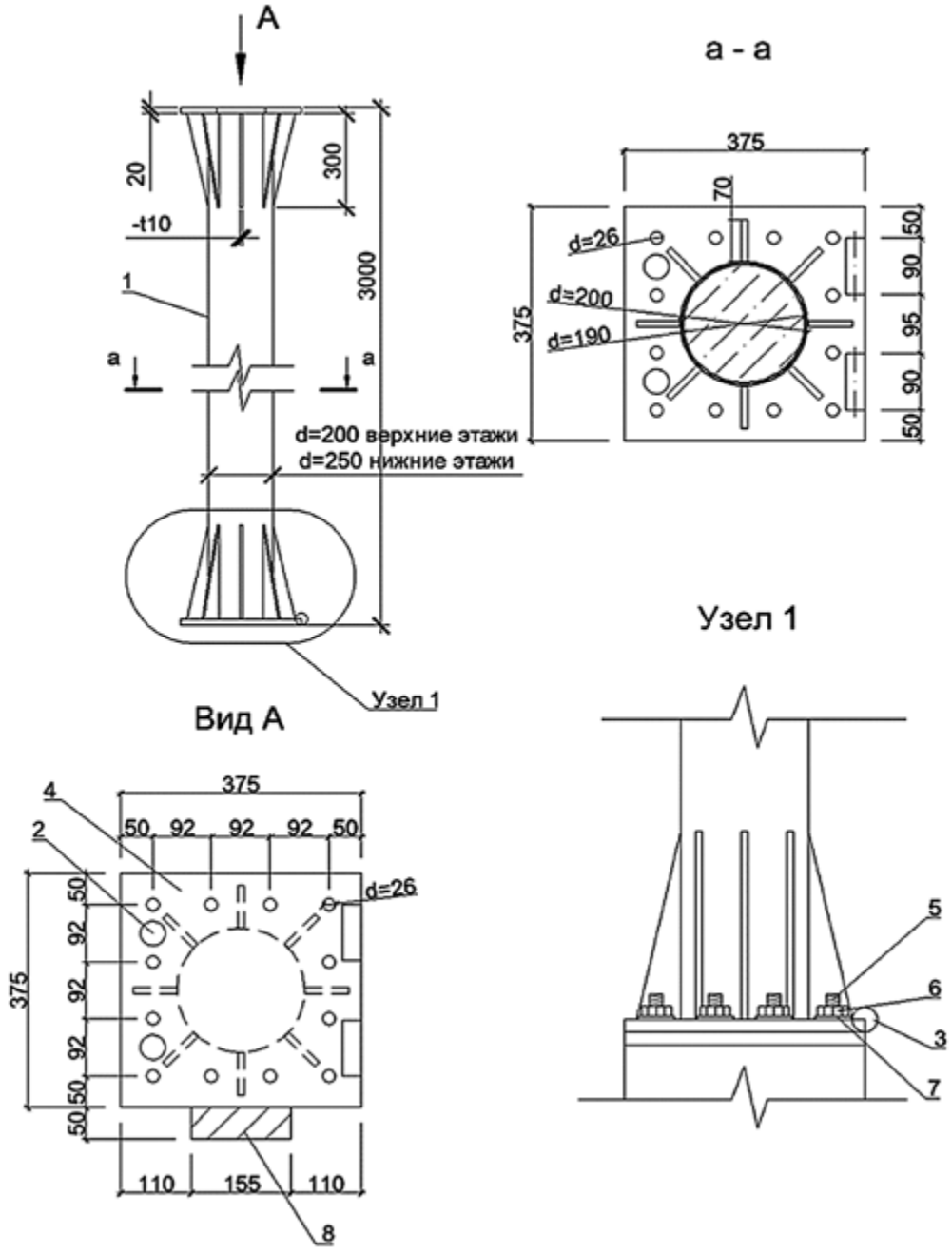


Рис. 5. *Трансформируемая несущая колонна: 1 – колонна; 2 – конические направляющие; 3 – разъемные петли; 4 – пластины с отверстиями; 5 – высокопрочные болты; 6 – гайки; 7 – шайбы; 8 – монтажная консоль*

Одна колонна используется для монтажа двух соседних модулей перекрытия – это осуществимо при помощи дополнительной монтажной консоли, устанавливаемой на оголовке колонны в заводских условиях. Монтажная консоль служит для временного опирания соседнего модуля на период монтажа. Установка колонны в проектное положение осуществляется поворотом на петле (рис. 2).

В здании основным элементом жесткости, воспринимающим горизонтальные усилия и вертикальную нагрузку, является ядро жесткости.

Пространственное ядро жесткости размером 11160×11160 мм выполнено из жестких стеновых модулей. Ядро вмещает в себя мачтовый монтажный подъемник, вертикальные инженерные коммуникации, сборные сталебетонные лестницы. Основная жесткость здания придается сборными структурными ядрами жесткости и жесткими дисками перекрытий.

Сталежелезобетонные лестницы, расположенные в ядрах жесткости, ограждены стенами, образуя незадымляемые лестничные клетки. Лестничные марши шириной 1000 мм с промежуточной сталебетонной площадкой. Балки лестничных площадок и косоуры выполнены из прямоугольного профиля размером 150×200 мм, заполнены монолитным железобетоном изнутри. Ступени сварены из уголка 40×40, заполняются монолитным бетоном в заводских условиях.

Фасады здания оформлены трансформируемыми витражными системами из двухкамерного стеклопакета.

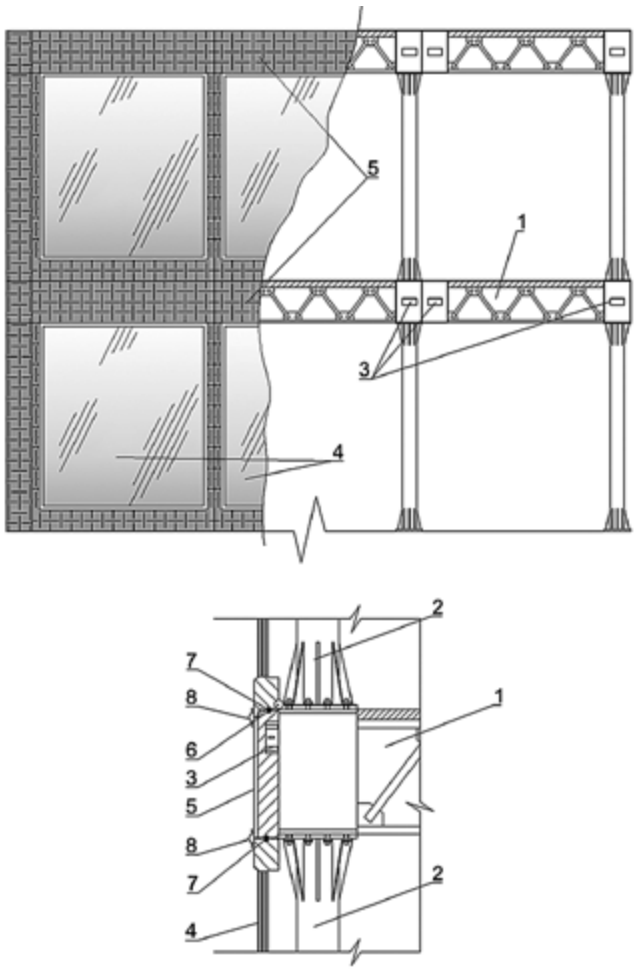


Рис. 6. *Пример крепления фасадной панели: 1 – модуль перекрытия; 2 – колонна; 3 – дополнительные крепежи для наружных стеновых ограждений; 4 – двухкамерный стеклопакет; 5 – простенки с солнечными батареями; 6 – поворотные петли стенового ограждения; 7 – уплотнитель стыка; 8 – нащельник*

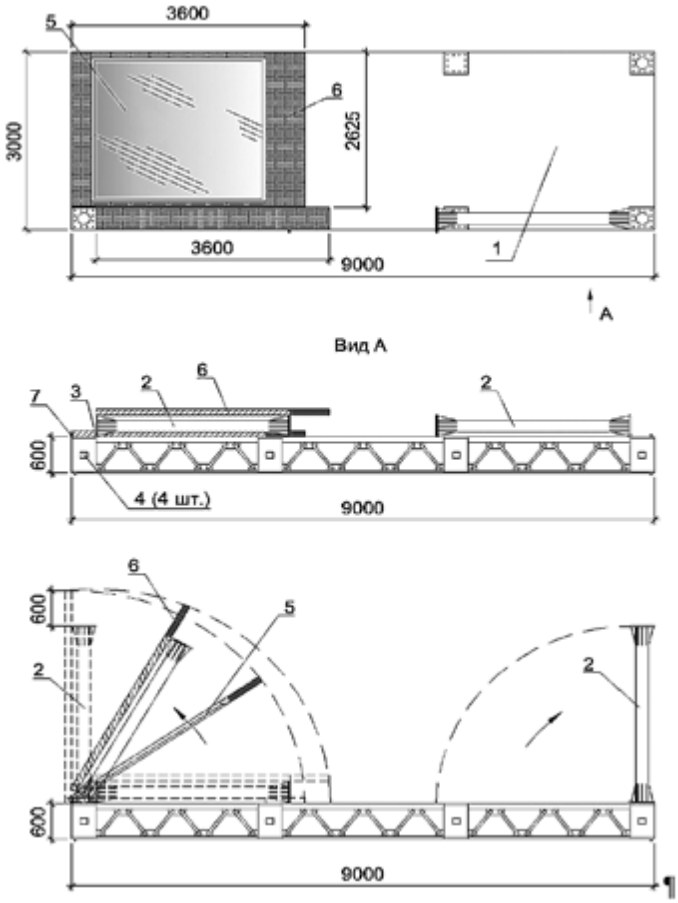
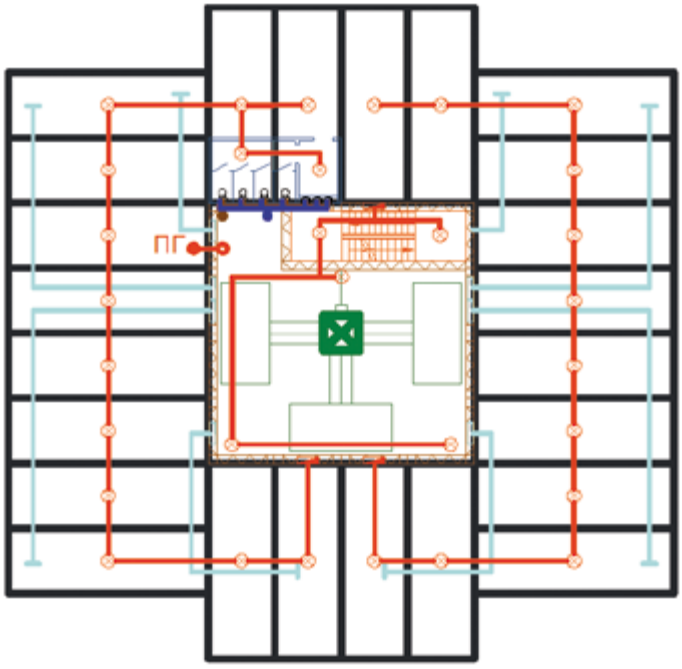


Рис. 7. *Пример модуля с трансформируемым стеновым ограждением в транспортном и разложенном положениях: 1 – модуль перекрытия; 2 – колонна; 3 – разъемные петли трансформируемой колонны; 4 – дополнительные крепежи для наружных стеновых ограждений; 5 – двухкамерный стеклопакет; 6 – простенки с солнечными батареями; 7 – поворотные петли стенового ограждения*



В простенки, закрывающие колонны, углы здания и перекрытия вмонтированы солнечные панели, повышающие общую энергоэффективность готового здания (рис. 6).

Со стороны фасада модули снабжены элементами, служащими для крепления трансформируемых витражных систем. Одновременно на колонны в заводских условиях навешиваются внешние панели, являющиеся простенками (рис. 7).

Стеновое ограждение представляет собой витражное остекление с простенками. Простенки выполнены в виде сэндвич-панелей с солнечными батареями, закрепленными на колоннах; устанавливаются в проект-

Рис. 8. *План инженерных коммуникаций модулей УВСС по этажу*

Условные обозначения:

- *Водопровод хозяйственно-питьевой*
- *Канализация бытовая*
- *Электросеть 220 В*
- *Вентиляция приточно-вытяжная*
- *Светильник встроенный потолочный*
- *Щит осветительный*
- ПГ *Пожарный гидрант*

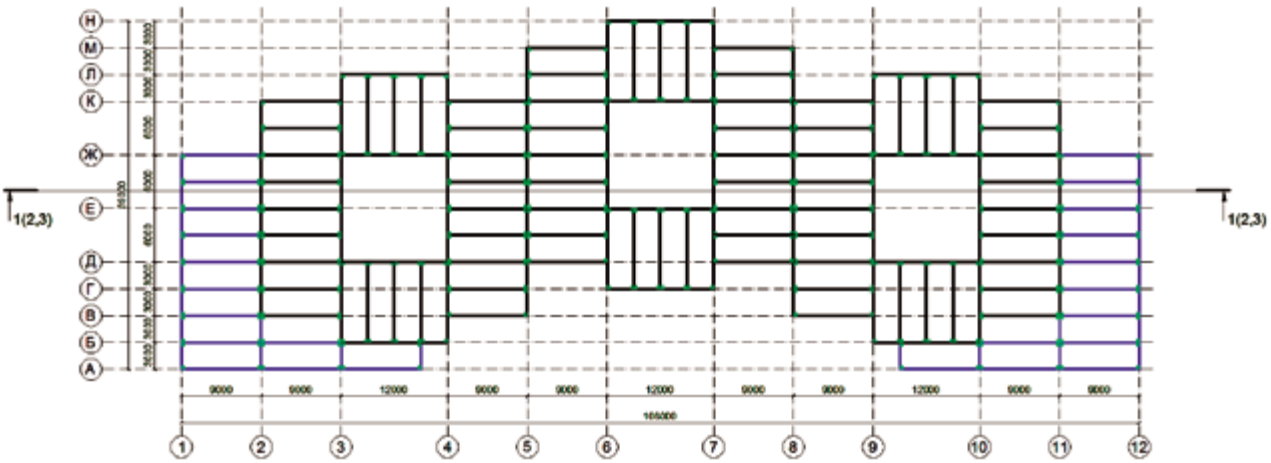


Рис. 9. *Схема раскладки модулей УВСС перекрытия*

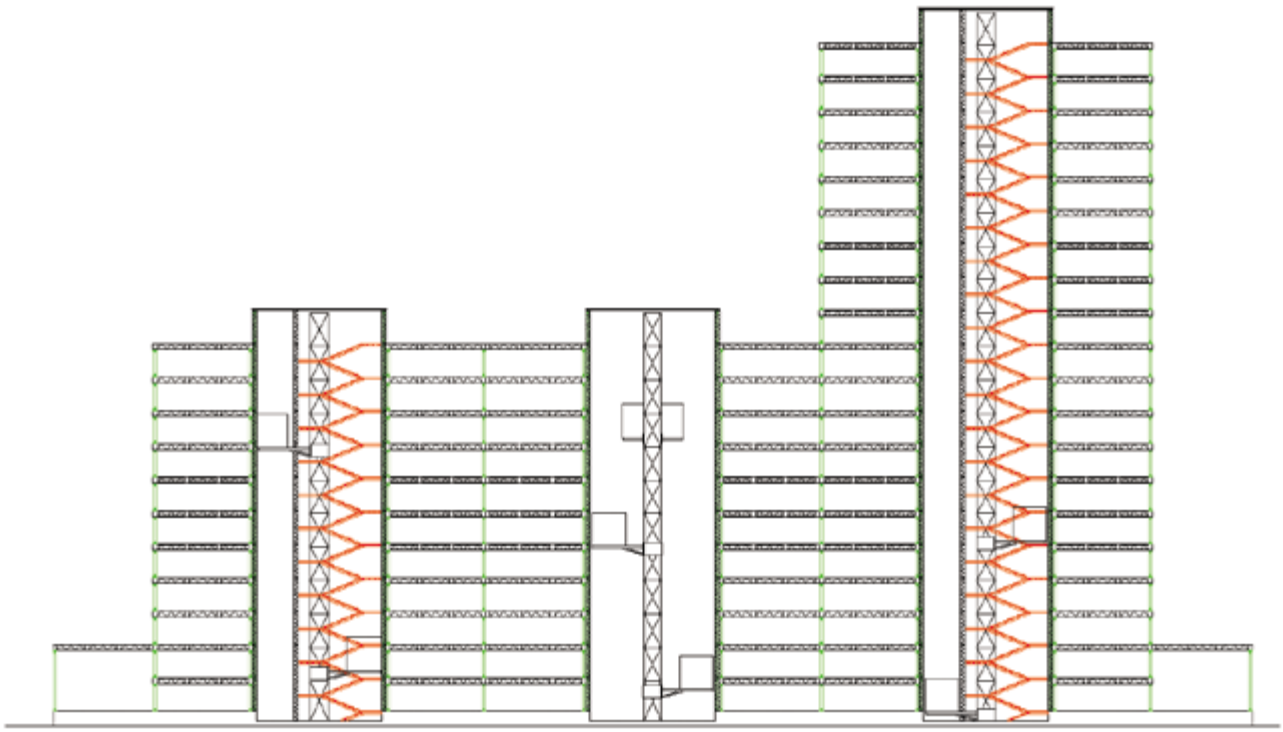


Рис. 10. *Разрез здания 1–1*

ное положение вместе с колоннами. Наличие эффективных уплотнителей позволяет сделать стыки панелей герметичными. Также на фасаде предусмотрены нащельники для защиты стыков от проникновения атмосферных осадков и пыли. Трансформация стенового ограждения аналогична трансформации колонн благодаря применению петель.

Модули производятся по каркасной технологии с использованием металлического профиля. Инженерные коммуникации заранее прокладываются в стенах. Для объединения проложенных коммуникаций предусмотрены стыковочные трубы. В потолке устроены лючки для доступа к крепежным болтам и соединениям инженерных коммуникаций (рис. 8).

Стоит также отметить, что стальные трубы, проводящие «арктическую» воду с низким содержанием pH и высокими показателями железа, служат в 2–3 раза меньше своего нормативного срока на Крайнем Севере, рекомендуется использование композитных пластиков.

Здания, возведенные роботизированным методом, позволят уменьшить объем трудозатрат, что отразится на конечной стоимости объекта строительства.

С поставленной задачей справляется роботизированный метод монтажа зданий из отдельных объемных блоков. Сборка здания этим методом осуществляется из отдельных унифицированных высокотехнологичных полносборных объемных модулей повышенной заводской готовности посредством роботизированных мачтовых подъёмников и различных вспомогательных строительных машин.

Рассматриваемое здание общественного назначения в качестве примера универсальности строительной системы

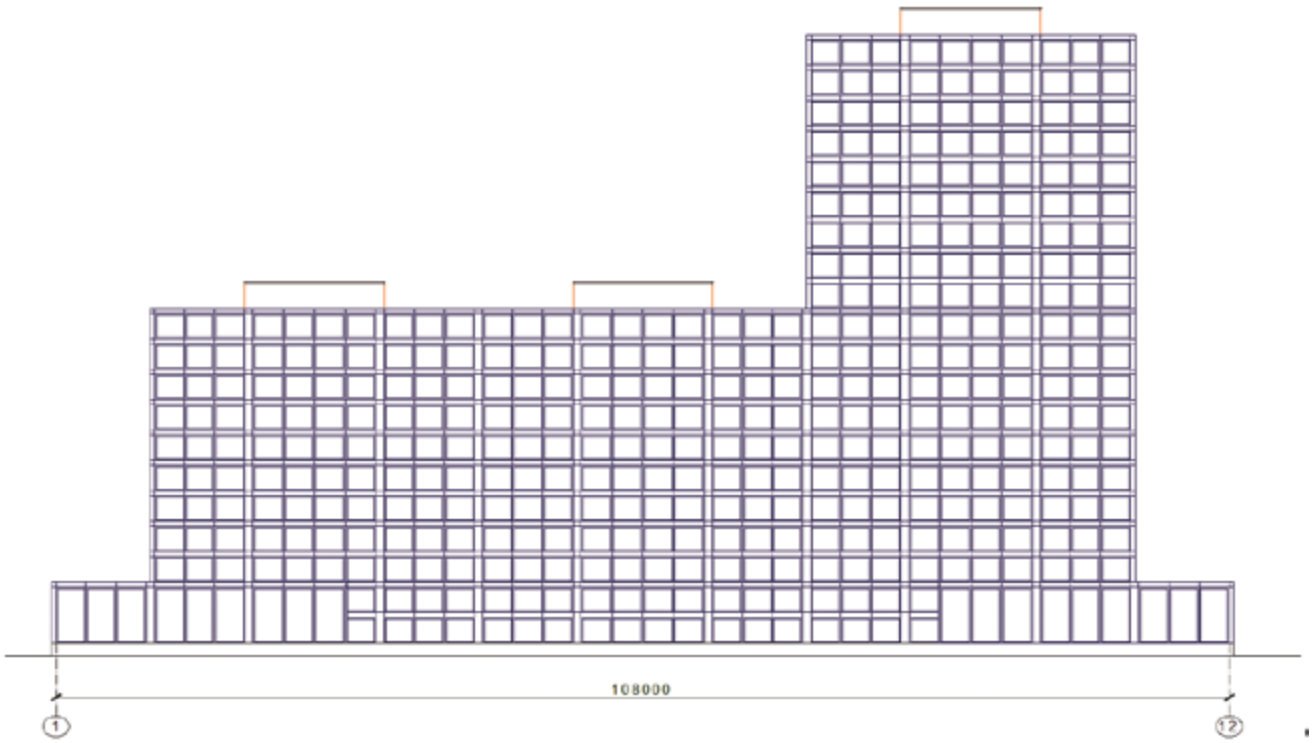


Рис. 11. *Фасад здания 1–12*

и способа монтажа сблокировано из трех одинаковых секций разной этажности, размеры здания в плане 39×108 м, высота этажа 3,6 м (рис. 9–11).

Таким образом, система трансформируемого объемного блока представлена в виде модуля перекрытия с прикрепленными к нему колоннами и стеновым ограждением, полностью готовым к трансформации. При перевозке блока в сложенном виде автомобильным транспортом соблюдены все максимально допустимые габариты.

Выводы

Представлено подробное описание элементов объемных блоков, разработанных и усовершенствованных автором. Впервые рассмотрен принцип трансформирования сталебетонных колонн и наружного стенового ограждения модуля в проектное положение, позволяющий сократить время монтажа на 25% по сравнению со зданием из объемных блоков.

При перевозке транспортный объем одного модуля с закрепленными на нем сложенными элементами уменьшен в 3,02 раза по сравнению со строительным объемом, что позволяет значительно снизить транспортные издержки по доставке модулей полносборных зданий на 50%.

Список литературы

1. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Теория и практика использования быстровозводимых зданий. СПб.: Гуманистика, 2004. 472 с.
2. Афанасьев А.А. Технология возведения полносборных зданий. М.: АСВ, 2000. 287 с.
3. 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.
4. Вильман Ю.А. Основы роботизации в строительстве. М.: Высшая школа, 1989. 120 с.
5. Сычёв С.А. Технологические принципы ускоренного домостроения, перспектива автоматизированной и роботизированной сборки зданий // *Промышленное и гражданское строительство*. 2016. № 3. С.66–70.
6. Viscomi B.V., Michalerya W.D., Lu L.W. Automated construction in the ATLSS integrated building systems // *Automation in construction*. 1994. № 3, pp. 35–43.
7. Fudge J., Brown S. Prefabricated modular concrete construction // *Building engineer*. 2011. 86(6), pp. 20–21.
8. Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. Prefabricated systems: Principles of construction. De Gruyter, 2012, 67 p.
9. Wang Y., Huang Z., Heng L. Cost-effectiveness assessment of insulated exterior wall of residential buildings in cold climate. *International Journal of Project Management*. 2007. No. 25 (2), pp. 143–149.
10. Head P.R. Construction materials and technology: A Look at the future. *Proceedings of the ICE – Civil Engineering*. 2001. No. 144(3), pp. 113–118.
11. Swamy R.N. Holistic design: key to sustainability in concrete construction. *Proceedings of the ICE – Structures and Buildings*. 2001. No. 146 (4), pp. 371–379.
12. Lawson R.M., Richards. J. Modular design for high-rise buildings. *Proceedings of the ICE – Structures and Buildings*. 2001. No. 163 (3), pp. 151–164.
13. Nadim W., Goulding J.S. Offsite production in the UK: The Way forward? A UK construction industry perspective *Construction Innovation: Information, Process, Management*. 2010. No. 10 (2), pp. 181–202.

14. Day A. When modern buildings are built offsite. *Building engineer.* 2010. No. 86(6), pp.18–19.
15. Allen E., Iano J. Fundamentals of building construction: Materials and methods. J. Wiley & Sons. 2004, 28 p.

References

1. Asaul A.N., Kazakov Ju.N., Bykov B.Л., Knjaz' I.P., Erofeev P.Ju. Teorija i praktika ispol'zovanija bystrovozvodimyh zdanij [Teorija i praktika ispol'zovanija bystrovozvodimyh zdanij] St. Petersburg: Gumanistika, 2004. 472 p. (In Russian).
2. Afanas'ev A.A. Tehnologija vozvedenija polnosbornyh zdanij [Tehnologija vozvedenija polnosbornyh zdanij]. Moscow, 2000. 287 p. (In Russian).
3. Verstov V.V., Bad'in G.M. Osobennosti proektirovanija i stroitel'stva zdanij i sooruzhenij v Sankt-Peterburge. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2010. No. 1 (22). pp. 96–105. (In Russian).
4. Vil'man Ju.A. Osnovy robotizacii v stroitel'stve [Osnovy robotizacii v stroitel'stve]. Moscow: Vysshaja shkola, 1989. 120 p. (In Russian).
5. Sychev S.A. Technological principles of rapid housing, the future of automated and robotic Assembly buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2016. No. 3, pp. 66–70. (In Russian).
6. Viscomi B.V., Michalerya W.D., Lu L.W. Automated construction in the ATLSS integrated building systems. *Automation in construction.* 1994, No. 3, pp. 35–43.
7. Fudge, J., Brown, S. Prefabricated modular concrete construction. Building engineer. 2011, No. 86 (6), pp. 20–21.
8. Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. Prefabricated systems: Principles of construction. De Gruyter, 2012, 67 p.
9. Wang Y., Huang Z., Heng L. Cost-effectiveness assessment of insulated exterior wall of residential buildings in cold climate. *International Journal of Project Management*. 2007. No. 25 (2), pp. 143–149.
10. Head P.R. Construction materials and technology: A Look at the future. *Proceedings of the ICE – Civil Engineering.* 2001. No. 144 (3), pp. 113–118.
11. Swamy R.N. Holistic design: key to sustainability in concrete construction. *Proceedings of the ICE – Structures and Buildings.* 2001. No. 146 (4), pp. 371–379.
12. Lawson R.M., Richards. J. Modular design for high-rise buildings. *Proceedings of the ICE – Structures and Buildings.* 2001. No. 163 (3), pp. 151–164.
13. Nadim W., Goulding J.S. Offsite production in the UK: The Way forward? A UK construction industry perspective *Construction Innovation: Information, Process, Management.* 2010. No. 10 (2), pp. 181–202.
14. Day A. When modern buildings are built offsite. *Building engineer.* 2010. No. 86 (6), pp. 18–19.
15. Allen E., Iano J. Fundamentals of building construction: Materials and methods. J. Wiley & Sons. 2004, 28 p.

УДК 69.032.22

О.В. ФОТИН (fotinov@dskarkas.ru), директор проектно-конструкторского департамента
АО «Иркутский домостроительный комбинат» (664047, Иркутская обл., Шелеховский р-н, с. Введенщина, Промзона, 1)

Внедрение системы РКД «Иркутский каркас» в строительство многоэтажных жилых домов

Приведено описание системы РКД «Иркутский каркас» – рамно-связевый каркас с диафрагмами для возведения многоэтажных зданий и сооружений в сейсмически опасных районах. Для строительства в несейсмических районах и малоэтажных зданий (1–2 этажа) в сейсмических районах возможно применение самонесущих трехслойных стеновых панелей и других самонесущих ограждающих конструкций. Для проверки совместимости конструкций и отработки технологии монтажа на территории комбината построен трехэтажный дом-представитель. Строительство дома-представителя, его микродинамические испытания и испытание узла «колонна-ригель» подтвердили правильность выбранного направления при разработке системы РКД «Иркутский каркас». Рассмотрен опыт внедрения системы РКД «Иркутский каркас».

Ключевые слова: *ресурсосбережение, система РКД «Иркутский каркас» (рамно-связевый каркас с диафрагмами), сейсмически активные районы строительства, конструктивная система, сейсмостойкий каркас, узлы сопряжения, многопустотные плиты перекрытия, колонны, ригели, трехслойные стеновые панели.*

Для цитирования: Фотин О.В. Внедрение системы РКД «Иркутский каркас» в строительство многоэтажных жилых домов // *Жилищное строительство.* 2017. № 3. С. 79–81.

O.V. FOTIN (fotinov@dskarkas.ru), Director of Design Department
AO «Irkutsk Integrated House-Building Factory» (1, Promzona, Vvedenshchina, 664047, Irkutsk Region, Russian Federation)

Introduction of the RKD «Irkutsk Frame» System in Construction of Multistory Residential Buildings

The article describes the RKD «Irkutsk Frame» system, a braced frame with diaphragms, for construction of multi-story buildings and structures even in seismic-dangerous areas. It is possible to use self-bearing three-layer wall panels and other self-bearing enveloping structures for construction in non-seismic areas and construction of low-rise buildings (one-two stories) in seismic areas. A three-story house-representative was built at the territory of the integrated factory to test the compatibility of structures and installation technology. Construction of the house-representative, its micro-dynamic tests and test of a «column-girder» confirmed the correctness of the chosen direction in the development of the RKD "Irkutsk Frame" system. An experience in introducing the RKD «Irkutsk Frame» system is analyzed.

Keywords: resource saving, RKD «Irkutsk Frame» system» (braced frame with diaphragms), seismic active areas of construction, structural system, seismic resistant frame, joints, multi-hollow floor slabs, columns, girders, three-layer wall panels.

For citation: Fotin O.V. Introduction of the RKD «Irkutsk frame» system in construction of multistory residential buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 79–81. (In Russian).

Для комплексного решения вопросов модернизации домостроительных предприятий необходимо не только приобретение новейшего технологического оборудования, но и наличие современного проекта будущего здания [1–7]. В Иркутске введен в действие новый домостроительный комбинат в Иркутске, выпускающий сборные железобетонные изделия с ресурсоэнергосберегающей конструктивной системой и эффективными инновационными отечественными технологиями.

Ранее в [7–10] приводилось описание системы РКД «Иркутский каркас». На сегодняшний день Иркутским домостроительным комбинатом налажен выпуск сборных железобетонных конструкций этой системы.

Система РКД «Иркутский каркас» – рамно-связевый каркас с диафрагмами. Это система многоэтажных каркасных зданий и сооружений, как в сейсмически опасных районах строительства до 9 баллов включительно, так и в несейсмических.

Несущими элементами каркаса являются многоэтажные колонны, ригели, диафрагмы жесткости и многопустотные плиты перекрытия безопалубочного формования. В качестве стеновых ограждающих конструкций применяются несущие трехслойные стеновые панели с поэтажным опиранием на ригели.

Для случаев строительства в несейсмических районах и малоэтажных зданий (1–2 этажа) в сейсмических районах разрабатываются варианты применения самонесущих трехслойных стеновых панелей и других самонесущих ограждающих конструкций. В этом случае разгружается каркас здания от веса стенового ограждения и появляется возможность разнообразить фасадные решения за счет применения консольных ригелей по периметру здания.

Для проверки совместимости конструкций и отработки технологии монтажа на территории АО «ИДСК» построен трехэтажный дом-представитель (рис. 1). В процессе строительства выполнены доработки отдельных технических решений по расположению закладных деталей, армированию, монтажных приспособлений и т. п.

Там же проведены микродинамические испытания с исследованием динамических характеристик каркасного здания. Исследования показали, что динамические нагрузки равномерно распределяются по несущим конструкциям и

Рис. 1. *Дом-представитель на территории АО «ИДСК»*

Рис. 2. *Испытание узла колонна–ригель*

узлам здания в соответствии с их жесткостными характеристиками, т. е. реальная работа здания соответствует проектным решениям.

На базе Иркутского национального исследовательского технического университета Российская ассоциация по сейсмостойкому строительству провела испытания узла колонна–ригель (рис. 2).

При проведении испытаний моделировалась работа исследуемого узла здания на верхних и нижних этажах при сейсмическом воздействии. В ходе испытаний максимальные усилия в узле, моделирующие восприятие сейсмической нагрузки, достигали 240 кН, что более чем в три раза превышает максимальное расчетное значение. Усилия на узел создавались знакопеременными нагрузками с моделированием двух форм потери устойчивости несущего каркаса здания. Испытания подтвердили расчетные и теоретические данные по конструированию узла колонна–ригель, который штатно отработал в упругой стадии.

Строительство дома-представителя, его микродинамические испытания и испытание узла колонна–ригель подтвердили правильность выбранного направления при разработке системы РКД «Иркутский каркас».

Простыми и технически несложными инженерными решениями достигнуто несколько важных задач:

– обеспечена прочность зданий на сейсмические нагрузки;
– упрощен и ускорен монтаж сборных железобетонных конструкций зданий;
– сокращены трудозатраты;
– снижены сроки строительства;
– уменьшена себестоимость строительства.

На сегодняшний день в г. Шелехов Иркутской обл. ведется строительство жилого микрорайона из 12 блок-секций (рис. 3).

В регионе строительство из сборного железобетона в последние годы практически не велось, основным видом строительства был монолит. Переход (или возвращение) к сборному железобетону происходил и происходит не просто. Какие вопросы возникли и были решены в процессе внедрения системы РКД «Иркутский каркас»?

Первый, самый важный – это квалифицированные кадры рабочих специальностей. Проводился строгий отбор персонала как для работы в цехах по производству железобетонных изделий, так и на строительную площадку. Заводские технологи проходили стажировку на действующих домостроительных комбинатах. В цехах пробные заливки изделий проводились в сопровождении представителей изготовителя и поставщика оборудования группы компаний «Викон». Инженерно-технические работники и монтажники изучали опыт работы на строительстве зданий из сборно-монолитного каркаса в западных регионах России.

Но основной опыт и навыки были наработаны при строительстве дома-представителя. Размещение этого здания непосредственно на территории комбината позволило оперативно на месте решать многие производственные вопро-

Рис. 3. *Строительство жилого микрорайона*

сы изготовителям сборных железобетонных изделий, конструкторам и строителям, что положительно сказывалось на общем результате.

Параллельно отрабатывались и другие важные производственные вопросы: приемка изделий в цехах и на строительной площадке, логистические решения, взаимодействие заводских служб и подразделений, документооборот и т. п. На строительной площадке решались вопросы последовательности и порядка монтажа; использования монтажных приспособлений и оснастки; технологии замоноличивания стыков и т. д.

На заводе ведется работа по унификации арматурных и закладных изделий, упрощению и ускорению технологических процессов, совершенствованию оснастки для изготовления железобетонных изделий и т. п.

Интерес к конструктивным решениям РКД «Иркутский каркас» и технологии производства сборных железобетонных изделий уже проявили некоторые российские компании, строители, заказчики, проектировщики.

В течение нескольких лет автор представляет систему РКД «Иркутский каркас» на Международной научно-практической конференции «InterConPan», с каждым разом все более конкретно прорабатывая тот или иной вопрос. В 2016 г. система была представлена на Международной конференции производителей оборудования для производства бетона и железобетона ICCX в г. Санкт-Петербурге.

Система РКД «Иркутский каркас» обладает большим потенциалом для внедрения и применения как в сейсмически опасных районах строительства, так и в несейсмических.

Список литературы

1. Николаев С.В. Возрождение домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 4–8.
2. Ярмаковский В.Н. Ресурсоэнергосбережение при производстве элементов конструктивно-технологических систем зданий, их возведении и эксплуатации // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 4–6.
3. Семченков А.С. Наукоемкие конструктивные решения многоэтажных зданий // *Строительный эксперт*. 2006. № 16 (227). С. 4–8.
4. Ярмаковский В.Н., Семченков А.С., Козелков М.М., Шевцов Д.А. О ресурсоэнергосбережении при использовании инновационных технологий в конструктивных системах зданий в процессе их создания и возведения // *Вестник МГСУ*. 2011. № 3. Т. 1. С. 209–215.
5. Грызлов В.С. Шлакобетоны в крупнопанельном домостроении // *Строительные материалы*. 2011. № 3. С. 40–41.
6. Ярмаковский В.Н., Семенюк П.Н. Родевич В.В., Луговой А.В. К совершенствованию конструктивно-технологических решений трехслойных наружных стеновых панелей крупнопанельных зданий в направлении повышения их теплозащитной функции и надежности в эксплуатации. *Материалы IV Академических чтений, посвященных памяти академика РААСН Г.Л. Осипова «Актуальные вопросы строительной физики – энергосбережение, надежность, экологическая безопасность» (3–5 июля 2012 г.).* Москва, 2012. С. 88–95.
7. Фотин О.В., Ярмаковский В.Н. Переход на сборно-монолитное домостроение в условиях сейсмически активного региона // *Жилищное строительство*. 2013. № 3. С. 30–32.
8. Фотин О.В. Система РКД «Иркутский каркас» многоэтажных зданий и сооружений // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 65–68.
9. Фотин О.В. Система РКД «Иркутский каркас» многоэтажных зданий и сооружений // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2016. № 1. С. 44–50.
10. Фотин О.В., Ярмаковский В.Н., Кадиев Д.З. Энергоресурсосберегающая конструктивная система каркасных зданий для сейсмических регионов и инновационные технологии производства сборных элементов системы // *Жилищное строительство*. 2016. № 3. С. 35–39.

References

1. Nikolaev S.V. The possibility or revival of house building factories on the basis of domestic equipment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 4–8. (In Russian).
2. Yarmakovskii V.N. Energy-resources-saving under manufacturing at the elements of structural-technological building *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2013. No. 6, pp. 4–6. (In Russian).
3. Semchenkov A.S. Knowledge-based solutions of constructive system of multystorey buildings. *Stroitelnyi expert*. 2006. № 16 (227), pp. 4–8.
4. Yarmakovsky V.N., Semchenkov A.S., Kozelkov M.M., Shevtsov D.A. About energy saving when using innovative technologies in constructive systems of buildings in the course of their creation and construction. *Vestnik MGSU*. 2011. No. 3. T. 1, pp. 209–215. (In Russian).
5. Gryzlov V.S. Shlakobetona in large-panel housing construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2011. No. 3 , pp. 40–41. (In Russian).
6. Yarmakovskii V.N., Semenyuk P.N., Rodevich V.V., Lugovoi V.A. To improve design-technological solutions of the three-layer outside wall panels of large-panel buildings in direction of heat resistance function and exploitation reliability. *Pro-ceeding of the fourth Academic readings dedicated to the memory of academician of RAASN G.L. Osipov «Actual questions of building physics – energy saving, reliability, environmental safety»* (3–5 July 2012), Moscow. 2012, pp. 88–95. (In Russian).
7. Fotin O.V., Yarmakovsky V.N. Transition to combined and monolithic housing construction in the conditions of seismically active region. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 3, pp. 30–32. (In Russian).
8. Fotin O.V. System RKD «Irkutsk Framework» of multistorey buildings and constructions. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 65–68. (In Russian).
9. Fotin O.V. System RKD «Irkutsk Framework» of multi-storey buildings and constructions. *Seismostoikoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2016. No. 1, pp. 44–50. (In Russian).
10. Fotin O.V., Yarmakovsky V.N., Kandiev D.Z. Power resource-saving constructive system of frame buildings for seismic regions and innovative production technologies of prefabricated elements of system. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 3, pp. 35–39. (In Russian).

Жилой дом № 17/2 в ИК-9 мкр. «Солнечный город» в Казани. Конструктив: КПД с однослойными наружными стеновыми панелями под вентилируемый фасад

Застройка жилого района «Южный город», Самарская область. Конструктив: КПД с многопустотными плитами перекрытия, однослойными стеновыми панелями под утеплитель со штукатуркой

ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» — ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

В основе успешной деятельности ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» — знания и богатый опыт проектирования объектов различной сложности и назначения, способность идти в ногу со временем, применяя новейшие строительные и архитектурные решения. Специалисты ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» осуществляют разработку градостроительной документации; проектирование многоэтажных зданий и гостиниц, административных зданий и сооружений, промышленных зданий; техническое сопровождение согласования и экспертизы проектов, проектный инжиниринг, консультативные услуги, авторский надзор.

The basis of successful activities of OOO «AKB «POLISPROEKT» is knowledge and rich experience in designing of objects of various complexity and purpose, the ability to keep in step with the time using the newest construction and architectural solutions. Specialists of OOO «AKB «POLISPROEKT» perform the development of the town-planning documentation, design of multi-storey buildings and hotels, administrative buildings and structures, industrial buildings, technical assistance to approval and expertise of designs, design engineering, consulting services, field supervision.

ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» основано группой единомышленников в 2008 г. и в 2018 г. будет праздновать небольшой юбилей – десятилетие компании. Последним местом работы ведущих сотрудников, основавших компанию, было конструкторское бюро при Новочебоксарском ДСК, что и предопределило основной профессиональный вектор развития архитектурно-конструкторского бюро.

В настоящее время около 50 специалистов осуществляют полный спектр работ по проектированию микрорайонов, общественных и административных зданий, жилых комплексов, школ и детских садов. И в основном это крупнопанельные и панельно-каркасные здания.

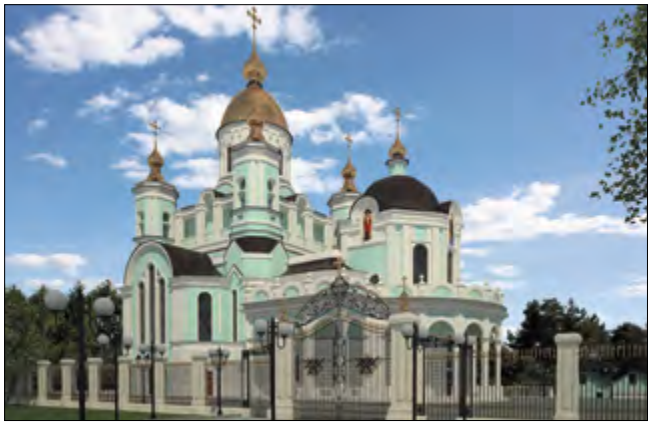
Модернизировав производимую с советских времен 121-ю серию крупнопанельных 9-этажных жилых домов, для ДСК «Честр» (Чебоксары) на базе 121 серии разработаны 16-этажные рядовая и меридиональная блок-секции, а также «трилистник». ДСК «Честр» застраивает этими блок-секциями ЖК «Ясная поляна» в микрорайоне «Солнечный» (Чебоксары).

Для застройки микрорайона «Финская долина» и ряда позиций микрорайона «Садовый» г. Чебоксары **специалистами ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» запроектирована серия «Волжская»** 9–10-этажных жилых домов в крупнопанельном исполнении с перекрытиями из пустотных плит безопалубочного формования и индивидуальным поквартирным газовым отоплением.

В серии «Волжская» и 121-й серии были применены проходные лифты, размещенные между лестничными маршами, и первая остановка лифта для удобного доступа инвалидов выполняется на отметке площадки входа в здание.

Наряду с домостроительными комбинатами такими как ДСК «Честр», ДСК «СУОР», Новочебоксарский ДСК в Республике Чувашия

Позиция 1, мкр. «Речной бульвар», г. Новочебоксарск. Конструктив: ПКД с однослойными наружными стеновыми панелями под вентилируемый фасад



Православный храм Преподобного Сергия Радонежского по ул. Калинина, г. Чебоксары

Мкр. «Финская долина», г. Чебоксары. Конструктив: КПД с многопустотными плитами перекрытия

Мкр. «Серебряные ключи», г. Чебоксары. Конструктив: КПД с трехслойными наружными стеновыми панелями, облицованными клинкерным кирпичом

работают пять заводов ЖБИ, производящих сборный каркас и панели в меньшем объеме, относительно ДСК. Поэтому для застройщиков, не имеющих собственных производств, с целью понижения зависимости от одного производителя, повышения потребительской привлекательности специалистами ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» разрабатываются проекты панельно-каркасных зданий.

Так, для строительных компаний «Удача» (мкр. «Альгешево-2», мкр. «Солнечный» в Чебоксарах) и «Роспан» (мкр. «Речной бульвар» в г. Новочебоксарск) разработаны серии домов различной этажности в ПКД.

Безусловно, для комплексной застройки микрорайонов необходимы быстровозводимые школы и детские сады! **По проектам ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» в Чувашии построено 3 детсада** на 240 мест в КПД и проект используется застройщиками как типовой для повторного применения.

В последние годы специалисты ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» разрабатывают проекты домов различной этажности для Казанского ДСК и ДСК «Древо» (Самара).

Для Казанского ДСК разработаны проекты 14-этажных крупнопанельных жилых домов, в том числе и со встроенными помещениями на первом этаже в монолитном каркасе; в стадии завершения проектирования 19-этажный панельный жилой дом в КПД с однослойными наружными панелями под вентфасад.

Для ДСК «Древо» ведется разработка проектов трех жилых кварталов, включающая в себя все разделы проектной и рабочей документации по планировочным решениям кварталов, внутриквартальным инженерным сетям, по линейкам 9- и 16-этажных жилых домов в КПД с однослойными наружными панелями под штукатурку по утеплителю.

В настоящее время для СК «Центр» проектируется первая группа 25-этажных жилых домов в КПД с наружными панелями, облицованными клинкерным кирпичом, в мкр. «Серебряные ключи» (Чебоксары).

Работая с различными заказчиками и домостроительными комбинатами, специалисты ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» предлагают индивидуальный подход к потребительским качествам возводимого жилья, изучают возможности и технологию производств конкретного завода, разрабатывают расширенное техническое задание перед началом разработки проекта.

Среди разработок ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» проектирование и строительство **энергоэффективного коттеджа**. По заданию Министерства строительства Чувашской Республики в 2013 г. в коттеджном поселке «Тихая слобода» был построен и успешно эксплуатируется коттедж с применением системы рекуперации, подогревом приточного воздуха от геотермального теплообменника, единой системой газового котла, аккумуляторного бака и солнечных коллекторов, с энергоэффективными стенами и окнами.

Особенную гордость специалистов ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» вызывают знаковые для столицы Чувашии проекты.

Многофункциональный гостиничный комплекс «Одис Отель» на 194 номера, с бизнес-центром, ресторанами и кафе, спортивно-развлекательным комплексом и подземной парковкой. Общая площадь здания 42648,51 м^2. Объект расположен в центральной части города на набережной Чебоксарского залива.

Православный храм Преподобного Сергия Радонежского. Храм расположен в центральной части города Чебоксары по ул. Калинина. Здание представляет собой сложный разновысотный объем с центральным залом, имеющим купольное завершение со световым барабаном. Вместимость в праздничные дни до 1200 человек.

Мы приглашаем к сотрудничеству для комплексного решения вопросов проектирования и строительства. Уверены, наша совместная работа будет плодотворной, успешной и взаимовыгодной!

Более подробную информацию об ООО «АКБ «ПОЛИСПРОЕКТ» можно получить на сайте www.polisproject.ru.

ПОЛИС ПРОЕКТ

Дошкольное образовательное учреждение на 240 мест. Конструктив: КПД с многопустотными плитами перекрытия безопалубочного формования

Мкр. «Альгешево-2», г. Чебоксары. Конструктив: ПКД с трехслойными навесными наружными панелями

Новые проекты ФСК «Лидер»

За 2016 г. финансово-строительная корпорация «Лидер» возвела 592 тыс. м² недвижимости в московских и подмосковных проектах комплексной застройки, а также в Петербурге и регионах. Это на 14,5% больше, чем годом ранее. В стадии строительства в настоящее время находится еще 1,1 млн м².

During 2016, Financial-Construction Corporation “Lider” built 591 ths m² of real estate within the frame of Moscow and Podmoskovny projects of comprehensive development and also in Saint-Petersburg and regions. This is 14.5% more than a year before. At present, 1.1 mil. m² are at the construction stage.

В 2016 г. компания начала строительство пяти новых проектов общим объемом около 1,2 млн м²: стартовали ЖК «Поколение» в Москве, а также четыре UP-квартала в Подмосковье и Санкт-Петербурге.

Центральным событием ФСК «Лидер» стало приобретение ДСК-1 – лидера панельного домостроения в России. Эта сделка стала одной из крупнейших на рынке недвижимости. По словам президента ФСК «Лидер» В.А. Воронина объем производства на ДСК-1 в 2016 г. составил 600 тыс. м², в 2017 г. планируется оставить объем на том же уровне. В прогнозах компания опирается на количество рыночных заказов и на увеличение доли госзаказа в общем портфеле до 40–50% (в настоящее время около 18%). К 2018 г. комбинат планирует добиться безубыточности при объеме производства 500 тыс. м² в год.

Один из подмосковных проектов ФСК «Лидер», стартовавший в ноябре 2016 г., – UP-квартал «Скандинавский», расположенный на севере ближайшего Подмосковья, в 2,8 км от МКАД по Осташковскому шоссе. Это второй UP-квартал, в котором ФСК «Лидер» обращается к авторской архитектуре. К проекту были привлечены известные шведские архитекторы, которые внесли в проект североевропейский взгляд на индивидуальность, удобство и визуальный комфорт.

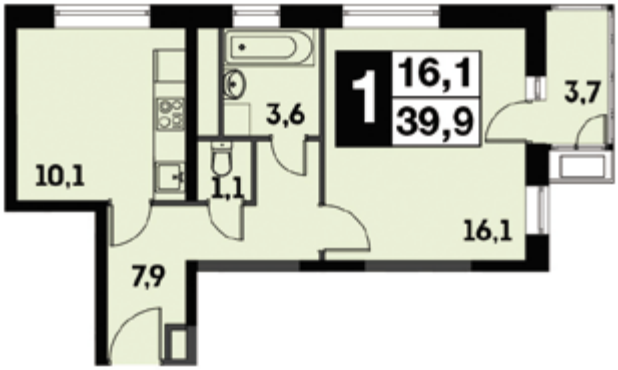
В UP-квартале «Скандинавский» преобладает комфортная мало- и среднеэтажная застройка, в которой максимум территории отдано под просторные рекреационные зоны. В центре сформирована внутренняя улица, на которой будут расположены торговые площадки, общественная зона и линейный благоустроенный бульвар.

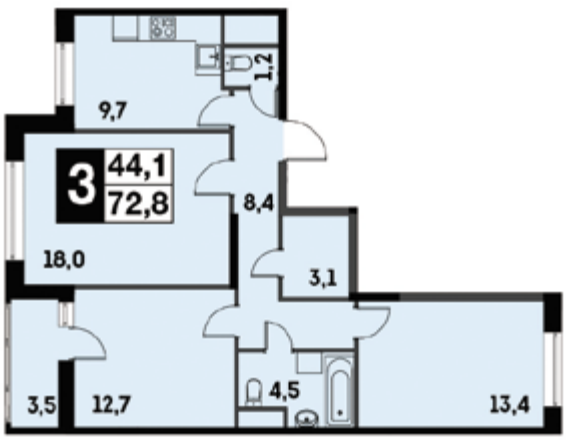
Нижние два-три этажа UP-квартала «Скандинавский» разбиты цокольной отделкой, а несколько верхних имитируют на фасаде мансарды: окна обычных квартир с улицы выглядят как группа окон одного большого объема. Особое внимание уделено оформлению нижних трех этажей: именно они формируют среду обитания жителей, а потому должны быть максимально комфортными для взгляда.

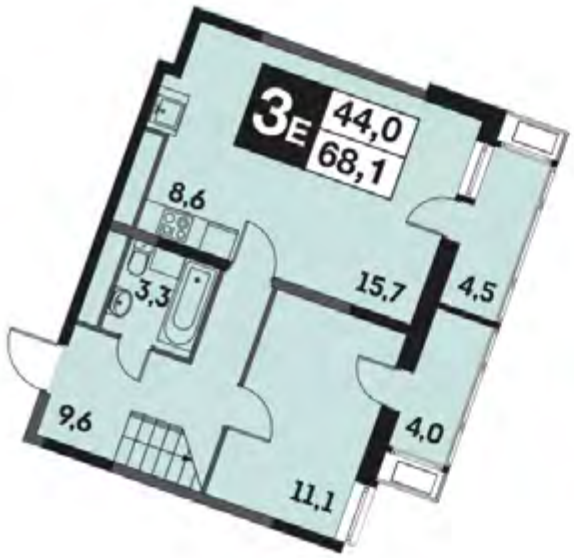
Въезд в жилой комплекс фланкирован двумя зданиями, стоящими друг напротив друга: две башни, жилая и офисная, представляют собой как бы ворота в комплекс.

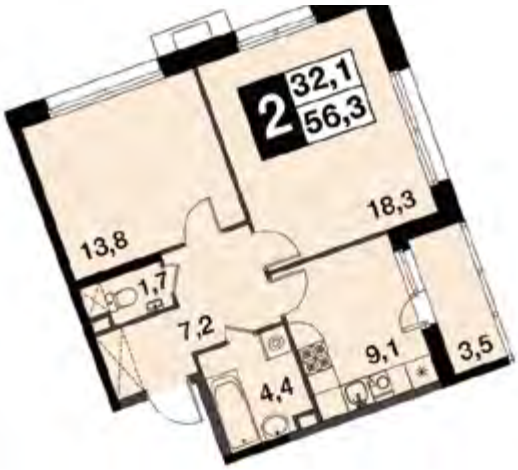
В декоре фасадов UP-квартала «Скандинавский» будут использованы высококачественные материалы — стеклофибробетон и архитектурный голландский кирпич. Верхние два этажа стилизованы под скатную кровлю, чтобы визуально придать зданию ощущение легкости по архитектоническому принципу — как в классической архитектуре.

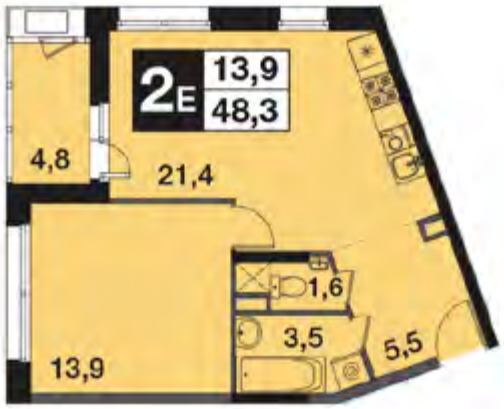
Предложенные скандинавским архитектурным бюро планировки — хороший компромисс между самыми свежими европейскими веяниями и актуальными запросами московского рынка. Например, спальные комнаты имеют небольшие площади, а зонам общения семьи выделено больше места. В данном проекте комфорт-класса общие площади квартир небольшие, поэтому











для ощущения простора и поддержания комфорта применены чисто шведские разработки, такие как помещения практически без перегородок: свободное, перетекающее из одного в другое помещение пространство.

Еще одна особенность архитектурного решения UP-квартала «Скандинавский», предложенная скандинавскими архитекторами, – визуальное расширение площади квартир за счет остекления: окна расположены таким образом, чтобы создавать иллюзию большего пространства; есть квартиры, где окон более одного на комнату. Планировки квартир скорее стремятся к уравновешенным квадратным формам, чем к вытянутым. Как правило, требования к квартирографии такого типа приводят к тому, что здания становятся более узкими, чем обычно.

Для жителей важны собственные дворы, пространства, своя внутренняя система дорог. Поэтому в «Скандинавском» есть внутренняя прогулочная улица и внешний променад в зеленой зоне, закрывающий комплекс от проезжей части: обилие зелени и наличие различных возможностей для отдыха и активностей жителей на природе — важная составляющая скандинавского дизайна.

Принципиально новый для подмосковного комфорт-класса уровень удобства для автовладельцев сформирован в «Скандинавском» за счет возможности спуска прямо из квартиры в подземный гараж на лифте, а не пешком, как в других проектах. Такой подход к организации пространства еще раз подчеркивает стремление ФСК «Лидер» расти и развиваться, использовать все новые и новые современные приемы планировки и технологии.

Важный аспект формирования жилого пространства UP-квартала «Скандинавский» — это именно классический скандинавский подход к гармонизации внутреннего жилого пространства. В проекте представлены аутентичные шведские планировки, адаптированные к московским нормативным документам.

Первая очередь UP-квартала «Скандинавский» включает четыре корпуса средней этажности, от 8 до 16 этажей, в которых представлены студии, одно-, двух- и трехкомнатные квартиры, а также квартиры с европланировками, от одной до четырех комнат. Площадь квартир варьируется от 25 до 75 м^2. На последних этажах в некоторых секциях запроектированы антресольные квартиры со «вторым светом».

Всего в рамках проекта на территории площадью 12,5 га будет возведено 6 корпусов переменной этажности (8–16 этажей). Общая площадь квартир составит 99 900 м^2.

По материалам пресс-службы ФСК «Лидер»

УДК 69.056.52

Е.В. СКАЧКОВ, главный архитектор (arhitech_svetoch@mail.ru)
ООО «ПИИ «БрянскГраждан Проект» (241037, г. Брянск, пр-т Ст. Димитрова,3)

Крупнопанельные дома в Брянске как элементы цветового и пространственного равновесия

Показаны преимущества цветовых решений современных крупнопанельных домов, возведенных при застройке микрорайона № 3 в Советском районе г. Брянска. Обоснованы возможность и необходимость перепланировки дома при сохранении несущего каркаса жилого здания. Отмечена целесообразность применения конструкции здания с продольными несущими стенами. Новое цветовое решение фасадов и ритмическое чередование контрастных архитектурных элементов, предложенное проектировщиками, создало пространственное равновесие в микрорайоне, прилегающем к магистральной улице.

Ключевые слова: *крупнопанельное домостроение, энергоэффективность, застройка, палитра, цвет, пространственное равновесие, конструктивная схема здания.*

Для цитирования: Скачков Е.В. Крупнопанельные дома в Брянске как элементы цветового и пространственного равновесия // *Жилищное строительство*. 2017. № 3. С. 86–88.

E.V. SKACHKOV, Chief Architect (arhitech_svetoch@mail.ru)
OOO PPI «BryanskGrazhdanProekt» (3, St. Dimitrova Avenue, 241037, Bryansk, Russian Federation)

Large-Panel Houses in Bryansk as Elements of Color and Spatial Equilibrium

The advantages of color solutions of modern large-panel buildings built during the development of the neighborhood №3 in the Soviet district of Bryansk are shown. Possibilities and necessity to re-plan the building while preserving the bearing frame of the residential building are substantiated. Reasonability of the use of building structures with longitudinal bearing walls is noted. The new color solutions of facades and rhythmic alternation of contrast architectural elements proposed by the designers created the spatial equilibrium in the neighborhood adjacent to the main street.

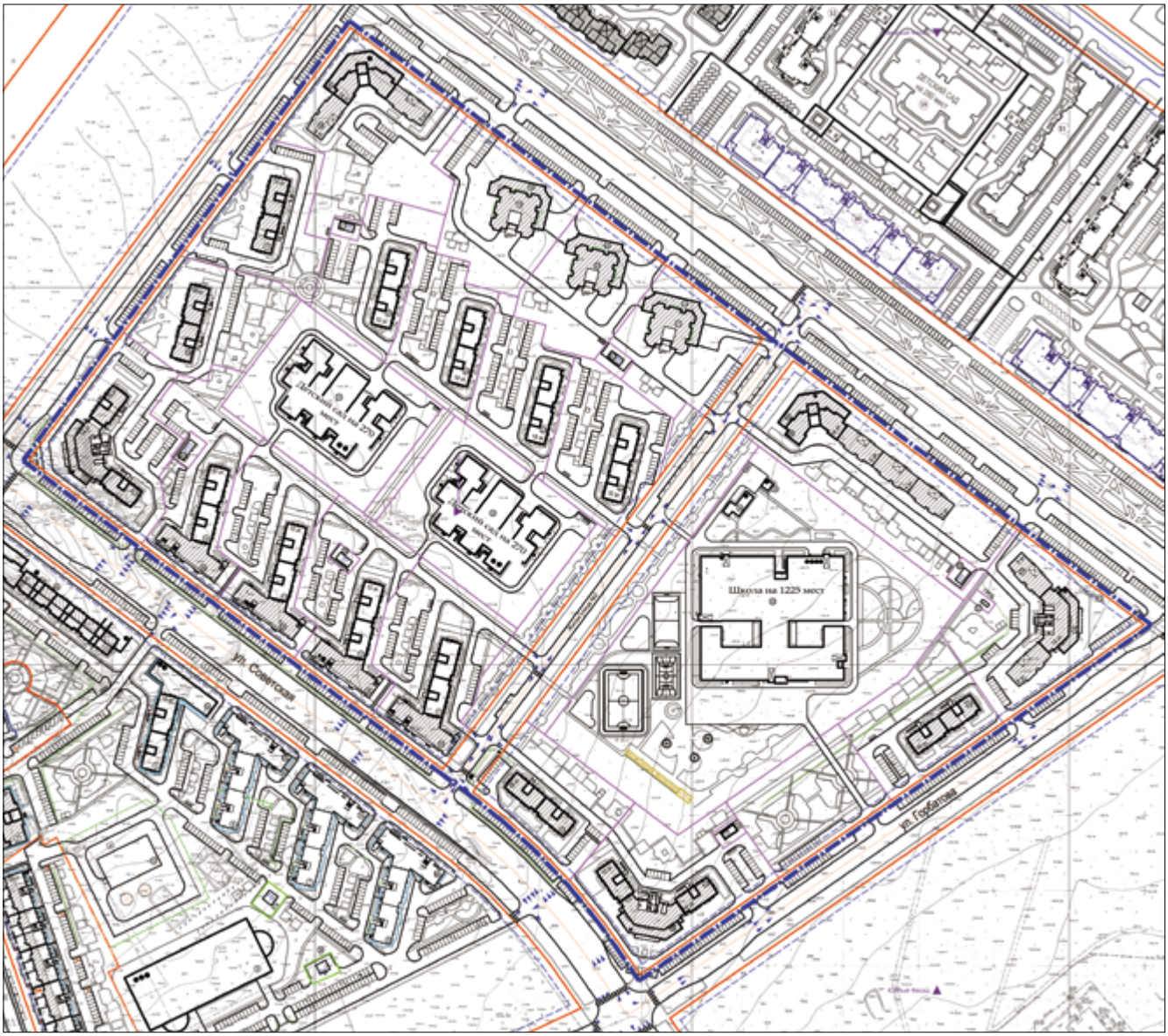
Keywords: large-panel housing construction, energy efficiency, development, color palette, color, spatial equilibrium, structural scheme of building.

For citation: Skachkov E.V. Large-panel houses in Bryansk as elements of color and spatial equilibrium. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 3, pp. 86–88. (In Russian).

Территория нового микрорайона № 3 входит в состав застройки территории бывшего аэропорта в Советском районе города Брянска. Генеральным застройщиком данной территории является ООО «Брянская строительная компания», а генеральным проектировщиком – проектный институт ООО «ПИИ «БрянскГражданПроект».

Проектируемые крупнопанельные жилые дома располагаются на неосвоенной территории площадью в 233 га и являются акцентами формирования значительного участка городской застройки, эмоционально связывают его с природными условиями и окружающей архитектурной средой.

Размещение жилых позиции вдоль магистральной улицы городского значения – это одно из приемлемых типологических решений для много-



квартирных жилых зданий, которое позволяет обеспечить максимальное количество комфортных квартир с видами на городской бульвар. Кроме того, такое решение максимально объединяет территорию участка вокруг единого дворового пространства, защищая от неблагоприятного воздействия со стороны магистральной улицы.

Планировочное освоение участка территории бывшего аэропорта обеспечивает высокий рациональный коэффициент использования территории с решением задач компактности застройки и защиты дворовой территории от внутримикрорайоных транспортных связей.

Прием ритмического чередования контрастных архитектурных элементов, примененных в проектируемых панельных жилых домах, обеспечивает пространственное равновесие со стороны главной магистральной улицы Войстроченко.

Проектируемые жилые дома отличаются выразительной архитектурой, улучшенными планировками, а также наличием энергоэффективных инженерных систем, позволяющих снизить потребление энергии и коммунальные платежи жильцов. В оконные и балконные проемы установлены стеклопакеты, которые обеспечивают шумоизоляцию помещений и надежно сохраняют тепло.

При этом важно заметить, что проектировщиками предложен экономически эффективный способ возведения зданий, учитывающий климатические особенности центрального региона, когда производство строительно-монтажных работ в «несезонное» время осложнено. В таких условиях наиболее эффективным и практичным является крупнопанельное домостроение [1–6].

Планировка, количество и площади квартир выполнены в соответствии с заданием Заказчика, при этом планировка квартир обеспечивает комфортное проживание за счет удобных пропорций комнат и компактной планировки. Набор и расположение квартир приняты в соответствии с заданием на проектирование и нормативными требованиями. В жилых домах запроектированы одно-, двухкомнатные квартиры. В каждой квартире предусмотрены жилые помещения (комнаты), кухни, санитарные узлы. Все квартиры имеют остекленные лоджии и балконы.

В отношении цветовой палитры в микрорайоне № 3, приняты различные элементы объемной пластики. Высо-

та объемов и этажей, кратна размерам горизонтальных и вертикальных ячеек. Особое внимание авторы и проектировщики постарались уделить торцевым стенам и ограждающим конструкциям лифтовых и лестничных клеток, обеспечивающим самостоятельную поперечную устойчивость и жесткость жилых домов как при строительстве, так и при дальнейшей эксплуатации. Вдоль продольных стен чередуются плоские и пространственные панели, что придает поверхности фасадов визуально пространственную целостность жилого дома.

Список литературы

1. Николаев С.В. Возможность возрождения домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // *Жилищное строительство*. 2015. № 5. С. 4–8.
2. Усманов Ш.И. Формирование экономической стратегии развития индустриального домостроения в России // *Политика, государство и право*. 2015. № 1 (37). С. 76–79.
3. Баранова Л.Н. Развитие индустриального домостроения и промышленности строительных материалов в различных регионах России // *Вестник Российской академии естественных наук*. 2013. № 3. С. 61–63.
4. Антипов Д.Н. Стратегии развития предприятий индустриального домостроения // *Проблемы современной экономики*. 2012. № 1. С. 267–270.
5. Мельникова И.Б. Новые средства выразительности многоэтажных многосекционных жилых зданий // *Научное обозрение*. 2015. № 20. С. 86–89.
6. Лекарев И.Н., Сафин А.М., Сидоров А.Г. Концепция строительства из сборного железобетона по стандарту WHaus // *Жилищное строительство*. 2014. № 5. С. 20–25.

References

1. Nikolaev S.V. The possibility or revival of house building factories on the basis of domestic equipment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 4–8. (In Russian).
2. Usmanov Sh.I. Formation of economic strategy of development of industrial housing construction in Russia. *Politika, gosudarstvo i pravo*. 2015. No. 1 (37), pp. 76–79. (In Russian).
3. Baranova L.N. Development of industrial housing construction and the industry of construction materials in various regions of Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk*. 2013. No. 3, pp. 61–63. (In Russian).
4. Antipov D.N. Strategy of development of the enterprises of industrial housing construction. *Problemy sovremennoi ekonomiki*. 2012. No. 1, pp. 267–270. (In Russian).
5. Melnikova I.B. New means of expressiveness of multystoried multisection residential buildings. *Nauchnoe obozrenie*. 2015. No. 20, pp. 86–89. (In Russian).
6. Lekarev I.N., Safin A.M., Sidorov A.G. The concept of construction from precast concrete according to the WHaus standard. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 5, pp. 20–25. (In Russian).

Как писать статьи в журналы, индексируемые в международных наукометрических базах данных – рекомендует Минобрнауки РФ

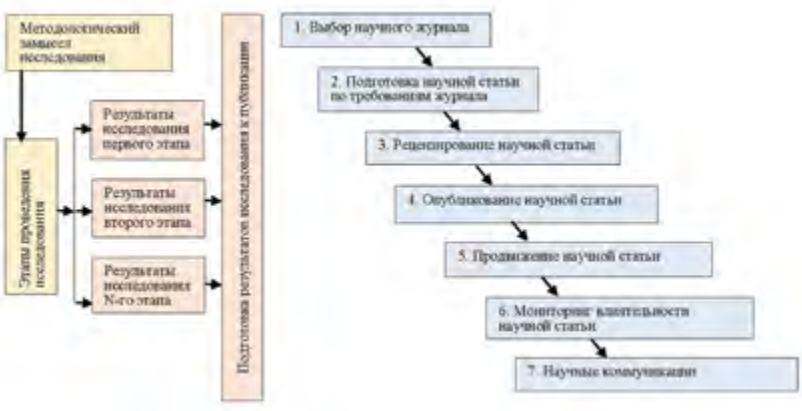
Министерство разработало краткие рекомендации для авторов по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных (http://xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/m/%D0%BF%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%81-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80/9481).

Рекомендации подготовлены коллективом авторов под общей редакцией О.В. Кирилловой и при поддержке Ассоциации научных редакторов и издателей. В них детально объясняется публикационный процесс, процедуры рецензирования и опубликования, а также общепринятые требования к структуре научной статьи.

Детально рассмотрены разделы научной статьи, этапы подготовки рукописи.

Особое внимание уделено цитированию и составлению списка литературы, который Юджин Гарфилд, создатель Института научной информации США и платформы Web of Science, называл сырьем для анализа цитирования («Reference lists are the raw material for carrying out citation analyses»). Большой интерес представляет сводная информация по международным стилям оформления ссылок. Это важно учитывать при подготовке статей в различные зарубежные журналы.

Для многих авторов будет полезен раздел, посвященный продвижению своих научных статей, о котором



рекомендуется думать еще до публикации. Рекомендации для авторов по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных нацелены на помощь научным работникам и повышение их публикационной активности.

Подписано в печать 13.03.2017
Формат 60×88 1/8
Бумага «Пауэр»
Печать офсетная
Общий тираж 5000 экз.

Отпечатано в ООО «Полиграфическая компания ЛЕВКО»
Москва, Холодильный пер., д.3, кор. 1, стр. 3

В розницу цена договорная

Набрано и сверстано в РИФ «Стройматериалы»

Верстка **Д. Алексеев, Н. Молоканова**

ЗАО "ПАТРИОТ-Инжиниринг"
info@patriot-engineering.ru
тел.: +7 (495) 721 16 06
www.zaopatriot.ru/7

Генеральный директор
Шмелев Станислав Евгеньевич

ПАТРИОТ
инжиниринг

ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ МАТРИЦЫ

Наши предприятия производят текстурные полиуретановые матрицы различной фактуры, которые применяются при изготовлении железобетонных изделий наружных стен зданий и сооружений – продукции заводского качества с индивидуальной рельефной поверхностью.

Осуществляем поставки матриц собственного производства или готовых ЖБ-изделий различной номенклатуры с любым рисунком поверхности.

ПРЕИМУЩЕСТВА СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

- **Поэтапный контроль качества**
- **Оперативность поставок**
- **Оптимизация себестоимости**

Программное обеспечение для проектирования и производства сборного железобетона

Tekla®

Применение детально проработанной информационной модели Tekla позволяет свести к минимуму дорогостоящие ошибки на производстве сборного железобетона. В итоге, благодаря оптимизации всех процессов повышается рентабельность проектов.

Tekla Structures принимает участие на InterConPan с 2013 года

www.tekla.com/ru/Решения/производители-сборного-железобетона