



ISSN 0044-4472

10'2020

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ruwww.journal-hc.ru

издается с 1958 г.



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОДУЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Облачная платформа MTWO для отрасли строительства и недвижимости
Комплексное ERP-решение iTWO 4.0 (от трехмерной модели до строительной площадки)
Планирование iTWO PPS для заводов ЖБИ— производство, транспортировка и монтаж
Система управления производством iTWO MES для предварительного производства на линиях с циркуляцией поддонов
Системы управления машинами, линиями и роботами iTWO ICS на основе концепции BIM (опалубка, изоляция, облицовка фасадов)
Системы визуализации
RFID-прослеживаемость
Автоматизированные складские и логистические решения iTWO SCE Модернизация установок

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ

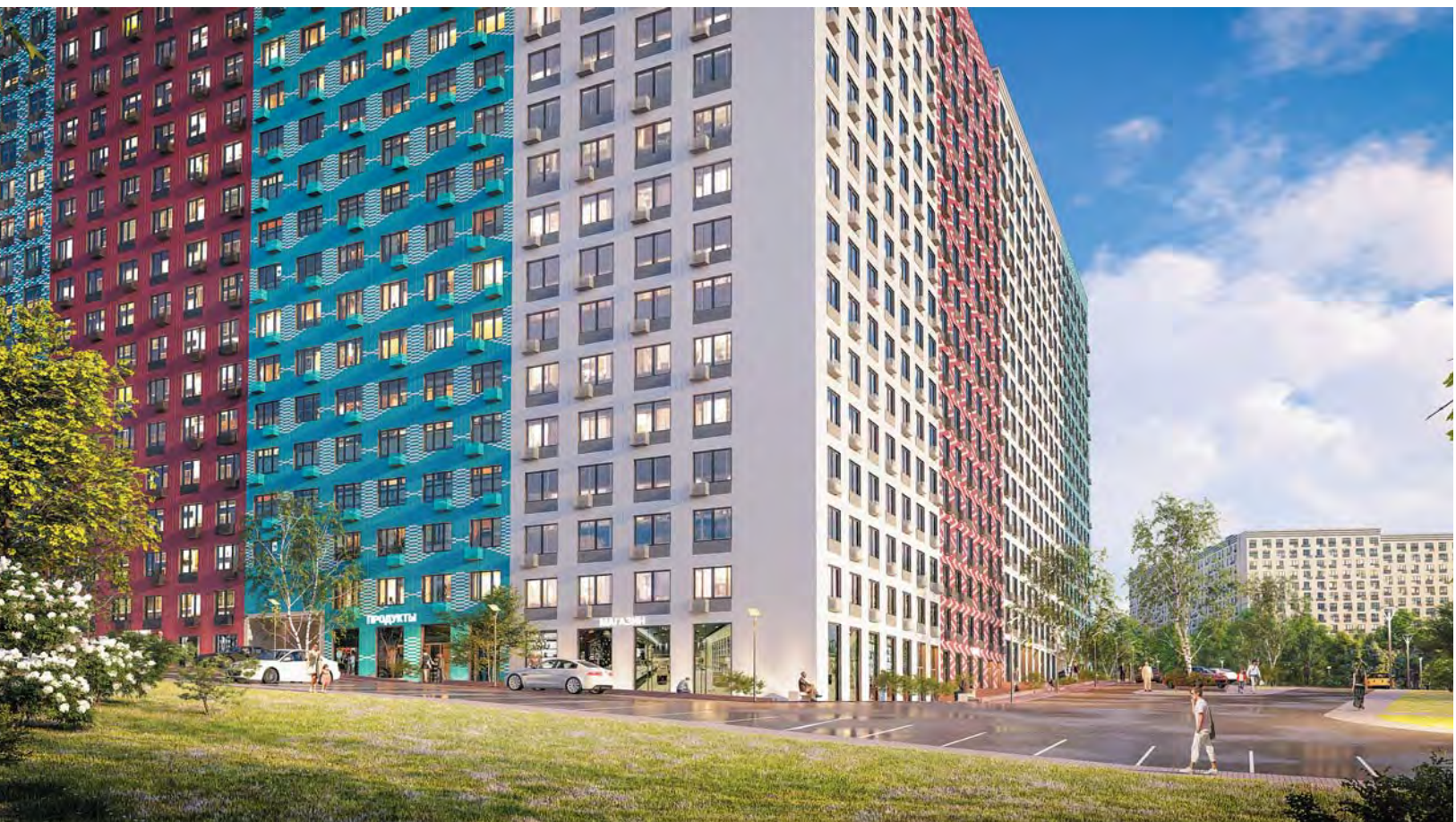
Стационарное поточное производство
Кантователи
Линии циркуляции поддонов
Транспортные и погрузочно-разгрузочные системы
Системы раздачи бетона для любого производственного назначения
Системы уплотнения бетона
Опалубочные системы
Опалубка для особых конструктивных элементов
Опалубка для гаражей и объёмных модулей
Опалубка для специальных конструкций
Опалубка для каркасных конструкций
Опалубка для опор
Опалубка для связной кладки
Процесс укладки утеплителя с помощью робота (IPAR)



RIB SAA Software Engineering GmbH
Gudrunstraße 184/3 | A-1100 Вена/Австрия
Тел: +43 (0) 1 641 42 47 | office@saa.at
www.rib-saa.com | www.rib-software.com

SOMMER Anlagentechnik GmbH
Benzstrasse 1 | D-84051 Altheim/Германия
Tel: +49 (0) 87 03 / 98 91-0 | Fax: +49 (0) 87 03 / 98 91-25
info@sommer-precaster.de | www.sommer-precaster.de

АО ХОЛДИНГОВАЯ КОМПАНИЯ



26 млн кв. м

Построено
за 56-летнюю историю
работы компании

700 тыс. кв. м

Объем строительства в год

11

дочерних предприятий

- ◆ Точечная застройка
- ◆ Жилые комплексы
- ◆ Микрорайоны
- ◆ Школы
- ◆ Детские сады
- ◆ Спортивные объекты
- ◆ Реставрация памятников архитектуры
- ◆ Объекты любой сложности и назначения

www.gvsu.ru

Журналы издательства СТРОЙМАТЕРИАЛЫ



www.journal-cm.ru



www.journal-hc.ru



www.rifsm.ru

**ВОЗОБНОВЛЕНИЕ!
ИЗДАНИЯ!**

Уважаемые читатели!

Выберите на этом купоне нужный журнал, а издательство будет доставлять его в течение всего подписного периода **за свой счет!**
При подписке на все три журнала издательства, помимо бесплатной доставки, мы предоставим **скидку 10%** от стоимости журналов.

Ваша экономия может составить более 11 тысяч рублей!

Реквизиты поставщика		ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»						
Р/с		40702810238320101351		К/сч		3010181040000000225		
Банк		ПАО СБЕРБАНК						
в	г. Москва	ИНН	7702023918	КПП	771401001	БИК	044525225	
Поставщик		ООО РИФ "СТРОЙМАТЕРИАЛЫ"					К реестру №	
Адрес		125319, Москва г., Черняховского ул., дом 9, корп. 1, кв. 1					Дата получения	
Телефон		(499) 976-22-08						
Грузополучатель							Акцептован	
Адрес							Дата	
Телефон								
Плательщик								
		СЧЕТ №		240/П-red				
		Дата				Дата		
выбрано	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена, руб. коп.	Скидка (%)	Сумма руб. коп.	Ставка НДС	Сумма с НДС руб. коп.
	Подписка на журнал «Строительные материалы» на 2021 г. (№№ 1-2/2021 г. выходят в двойном виде, увеличенным объемом) 12 номеров\11 экз.	Компл.	1	22800		22800		22800
	Почтовые расходы	Компл.	1	2400		2400		2400
	Подписка на журнал «Жилищное строительство» на 2021 г. (№№ 1-2/2021 г. выходят в двойном виде, увеличенным объемом) 12 номеров\11 экз.	Компл.	1	20520		20520		20520
	Почтовые расходы	Компл.	1	2400		2400		2400
	Подписка на журнал «Бетон и железобетон» на 2021 г. 6 номеров\6 экз	Компл.	1	8640		8640		8640
	Почтовые расходы	Компл.	1	1200		1200		1200
	Подписка на комплект журналов Издательства «Строительные материалы», «Жилищное строительство», «Бетон и железобетон» на 2021 г.	Компл.	1	51960		46764		46764
Почтовые расходы	Компл.	1	2400		2400		2400	
							НДС:	-
							Всего к оплате:	

Сумма к оплате прописью _____ руб.



НДС не облагается

Выписал _____ бух. Кутейникова И.В.

Учредитель журнала: АО «ЦНИИЭП жилища»
Адрес: Россия, 127434, Москва,
 Дмитровское ш., д. 9, стр. 3
Издатель: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»,
Адрес: 125319, г. Москва, ул. Черняховского,
 д. 9, корп. 1, кв. 1
 Входит в Перечень ВАК,
 государственный проект РИНЦ
 и RSCI на платформе Web of Science
 Журнал зарегистрирован Министерством РФ
 по делам печати, телерадиовещания
 и средств массовой информации
 № ФС77-64906

ISSN 0044-4472

Главный редактор

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

Редакционный совет:

- НИКОЛАЕВ С.В.,
 председатель, д-р техн. наук,
 АО «ЦНИИЭП жилища» (Москва)
 АЗАРОВ В.Н.,
 д-р техн. наук (Волгоград)
 АКИМОВ П.А.,
 д-р техн. наук, академик РААСН
 (Москва)
 АЛЕКСЕЕВ Ю.В.,
 д-р архитектуры, профессор (Москва)
 ВАВРЕНЮК С.В.,
 д-р техн. наук, член-корреспондент
 РААСН (Владивосток)
 ВОЛКОВ А.А.,
 д-р техн. наук, член-корреспондент
 РААСН (Москва)
 ГАГАРИН В.Г.,
 д-р техн. наук, член-корреспондент
 РААСН (Москва)
 ЖУСУПБЕКОВ А.Ж.,
 д-р техн. наук (Астана, Казахстан)
 ЗВЕЗДОВ А.И.,
 д-р техн. наук, президент ассоциации
 «Железобетон» (Москва)
 ИЛЬИЧЕВ В.А.,
 д-р техн. наук, академик РААСН
 (Москва)
 КОЛЧУНОВ В.И.,
 д-р техн. наук, академик РААСН
 (Курск)
 МАНГУШЕВ Р.А.,
 д-р техн. наук, член-корреспондент
 РААСН (Санкт-Петербург)
 ОРЕЛЬСКАЯ О.В.,
 д-р архитектуры, член-корреспондент
 РААСН, профессор (Нижний Новгород)
 СУББОТИН О.С.,
 д-р архитектуры (Краснодар)
 ТЕР-МАРТИРОСЯН А.З.,
 д-р техн. наук (Москва)
 ТИХОНОВ И.Н.,
 д-р техн. наук (Москва)

Авторы

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

Редакция

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

Перепечатка

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

**Редакция не несет ответственности
 за содержание рекламы и объявлений.**

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал
 Издаётся с 1958 г.

10'2020

Индустриальное домостроение

Инновации для индустриального домостроения на юбилейной
 X Международной научно-практической конференции InterConPan-2020 4

С.В. НИКОЛАЕВ
 Ступенчатый фасад, созданный с помощью накладных панелей наружных стен 13

Универсальная строительная система «ДОММОС»:
 новый этап модернизации ГВСУ «Центр» (Информация) 22

Опыт UPB Engineering: Tekla Structures как основной
 рабочий инструмент (Информация) 24

Концепции технологических линий Sommer и SAA по индивидуальным
 требованиям заказчика по всему миру (Информация) 26

В.А. ШЕМБАКОВ
 Инновационная технология строительства с высокой
 заводской готовностью из Чувашской Республики 29

Schöck Isokorb® – решение для балконов заводского изготовления (Информация) 36

А.А. ГАСИЕВ
 Современное капитальное объемно-блочное строительство в России
 на основе универсальной объемно-блочной (модульной) системы
 с несущим металлическим каркасом 38

С.Э. ЯНЮТИНА
 Использование отходов пенополистирола в условиях комбината
 железобетонных изделий 49

Подземное строительство

И.Я. ХАРЧЕНКО, А.И. ПАНЧЕНКО, А.А. ПИСКУНОВ, А.И. ХАРЧЕНКО, М. МИРЗОЯН
 Минеральные инъекционные смеси для строительства и эксплуатации подземных
 сооружений в условиях плотной городской застройки 53

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

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

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

ISSN 0044-4472

Editor-in-chief

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ORELSKAYA O.V.,
*Doctor of Architecture, Corresponding
Member of RAACS, Professor (Nizhny
Novgorod)*

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

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

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

The authors

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

The Editorial Staff

can publish the articles as a matter for discus-
sion, not sharing the point of view of the author.

Reprinting

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

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

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Monthly scientific-technical and industrial journal
Published since 1958

10'2020

Prefabricated Construction

- Innovations for Industrial Housing Construction at the Jubilee
- X International Scientific-Practical Conference InterConPan-2020. 4
- S.V. NIKOLAEV
- Stepped Facade Created Using Overlay Panels of External Walls 13
- Universal Building System "DOMMOS":
a New Stage of Modernization of the GVSU "Center" (Information). 22
- UPB Engineering Experience: Tekla Structures as the Main Working Tool (Information) 24
- Sommer and SAA Process Line Concepts for Individual Customer
Requirements Worldwide (Information). 26
- V.A. SHEMBAKOV
- Innovative Construction Technology with High Factory Readiness
from the Chuvash Republic 29
- Schöck Isokorb® – Solution for Precast Balconies (Information). 36
- A.A. GASIEV
- Modern Capital Volume-Block Construction in Russia Based on a Universal
Volume-Block (Modular) System with a Load-Bearing Metal Frame 38
- S.E. YANUTINA
- Use of Foam Polystyrene Waste in the Conditions of a Reinforced
Concrete Products Factory 49

Underground construction

- I.Ya. HARCENKO, A.I. PANCHENKO, A.I. PISKUNOV, A.I. HARCENKO, M. MIRZOYAN
- Mineral Injection Mixtures for Construction and Operation of Underground Structures
under Dense Urban Development Conditions 53

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation
Tel.: (499) 976-22-08, 976-20-36

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

Инновации для индустриального домостроения на юбилейной X Международной научно-практической конференции InterConPan-2020

7–9 сентября 2020 г. в Москве состоялась X юбилейная Международная научно-практическая конференция «InterConPan-2020: инновации для индустриального домостроения», которую традиционно организуют АО «ЦНИИЭП жилища» (Москва) и объединенная редакция журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство» (Москва) при поддержке Комитета Торгово-промышленной палаты РФ по предпринимательству в сфере строительства. Генеральный спонсор конференции – фирма Sommer (Германия) при участии RIB SAA Software Engineering GmbH (Австрия). Компании PROGRESS GROUP и Allbau Software GmbH (Германия) все 10 лет выступают постоянными спонсором и партнером мероприятия соответственно. Партнерами InterConPan-2020 стали ООО «КНАУФ ГИПС» и ООО «БЕНПАН».

Innovations for Industrial Housing Construction at the Jubilee X International Scientific-Practical Conference InterConPan-2020

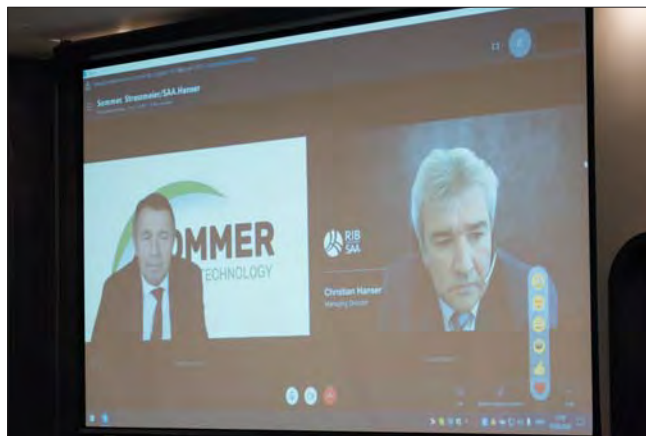
7–9 September 2020, in Moscow was held the Jubilee X International Scientific-Practical Conference «InterConPan-2020: Innovations for Industrial Housing Construction,» which is traditionally organized by JSC «TSNIEPzhilishcha» (Moscow) and the Joint Editorial Board of the journals «Construction Materials»® and «Housing Construction» (Moscow) with the support of the Committee of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation on entrepreneurship in the construction sector. The general sponsor of the Conference is Sommer (Germany) with the participation of RIB SAA Software Engineering GmbH (Austria). The PROGRESS GROUP and Allbau Software GmbH (Germany) have been the permanent sponsors and partners of the event for 10 years, respectively. The partners of InterConPan-2020 are KNAUF GYPSUM LLC and BENPAN LLC.

Конференция InterConPan-2020 стала одним из первых деловых мероприятий профессионального сообщества строителей почти за полгода предупредительных мер, связанных с пандемией. Негативные изменения в экономике, повлекшие существенное снижение покупательского спроса, в том числе на жилье, требуют определения новых путей восстановления и развития строительного комплекса. Именно индустриальное домостроение, обеспечивающее высокое качество и скорость возведения зданий при относительно низкой себестоимости, может стать технологическим лидером, за которым последуют другие строительные технологии. Модернизация производственной базы способствует появлению принципиально новой высококачественной продукции, обладающей набором потре-

бительских качеств, в полной мере отвечающих современным требованиям.

Участники конференции InterConPan-2020, которые приехали из 23 регионов Российской Федерации, а также представители компаний из Германии, Австрии, Италии заслушали и обсудили 28 докладов, четыре из которых представлены в формате онлайн-трансляции из Германии, Австрии, Италии. Более 150 руководителей и ведущих специалистов строительно-инвестиционных компаний, домостроительных предприятий и проектных организаций, представители машиностроительных и инжиниринговых компаний, поставщики программного обеспечения, ученые вузов и научно-исследовательских институтов обсудили результаты и перспективы модернизации базы индустриального домостроения.





стриального жилищного строительства, новый качественный уровень современного домостроения, новые конструктивно-технологические системы зданий на базе современных гибких технологий сборного железобетона.

На проблемы, связанные с возможностями возведения индивидуального жилья индустриальным способом, обратил внимание участников председатель Комитета Торгово-промышленной палаты РФ по предпринимательству в сфере строительства **Е.В. Басин**. Он отметил, что ситуация в малоэтажном строительстве требует радикальных преобразований, а задачи кратного увеличения объемов ввода жилья в регионах, в сельской местности и на пострадавших от стихийных бедствий территориях не могут быть выполнены без создания индустрии нового поколения. Только это позволит улучшить качественные характеристики современного жилья, глобально изменить стоимость энергоресурсов, выполнить требования экологических стандартов и повысить производительность труда.



Поэтому формирование комплекса стандартов на строительные конструкции заводского изготовления и технологии их монтажа позволит разработать архитектурно-строительные решения, которые пройдут экспертизу, войдут в соответствующий каталог и смогут применяться в массовом возведении жилья индустриальным методом без дополнительных согласований и повторной экспертизы. В этом случае и банки, и страховые компании с большим доверием будут относиться к малоэтажному жилью. По словам Ефима Владимировича, для повышения заинтересованности инвесторов в строительстве малоэтажного, социального жилья и сопутствующих объектов можно рекомендовать местным органам власти: предоставлять для этих целей земельные участки по льготным ценам вплоть до их бесплатного выделения; устанавливать налоговые преференции, применять систему отложенных платежей; вводить отдельные льготы на период первоначальной эксплуатации; устанавливать льготные расценки на действующих карьерах по добыче и переработке местных стройматериалов (песок, гравий, щебень, глина и т. д.). Он отметил, что необходимо определить приоритетные архитектурно-строительные решения для социального





и индивидуального жилья на ближайшие годы; разработать нормативную базу, каталоги и механизмы применения этих решений. Согласно Указу Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», задача к 2024 г. – выйти на объемы возведения 120 млн м² жилья в год. От того, каким будет это жилье, зависит облик городов через 50 лет. Известно, что Минстрой России утвердил изменения к семи сводам правил, которые позволят нормативно закрепить применение Стандарта комплексного развития территорий. Основной задачей этого документа является создание комфортной среды для проживания граждан. Данное решение позволит остановить хаотичную застройку городов, создать привлекательные пространства для работы и проведения досуга. Жилье должно не просто отвечать запросам современных горожан, но и учитывать образ жизни, который будет актуален через десятилетия. Необходимо помочь рынку формировать комфортную среду, не навязывая никаких условий, а поддерживая инициативы по созданию качественного жилья.

Участники конференции InterConPan каждый раз с большим интересом ждут выступления научного руководителя АО «ЦНИИЭП жилища» д-ра техн. наук **С.В. Николаева**. В докладах Станислава Васильевича каждый год дается новый вектор движения к следующему этапу совершенствования индустриального домостроения. В этом году были представлены принципы квартальной застройки, альтернативы которой со времен Римской империи не придумано. Переход в панельном домостроении на применение ступенчатых фасадов позволяет



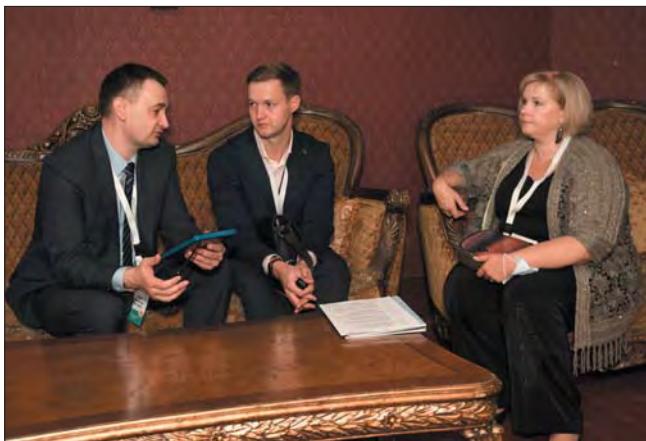


улучшить внешний вид здания за счет отсутствия вертикального шва на фасадной стороне; унифицировать соединения панелей и номенклатуру формовочной оснастки наружных стен; пять стыков соединений и три профиля бортов оснастки позволяют строить здания с переменными фасадами; строить требуемые по квартирографии секции на едином шаге наружных стен, используя всего три унифицированных соединения; сократить номенклатуру панелей наружных, внутренних стен и перекрытий в 3–4 раза, доведя число типоразмеров изделий до 35–40; увеличить до 15% съем панелей наружных стен за счет максимального использования ширины декоративного слоя наружной панели и производительного использования камер тепловой обработки; повысить коэффициент заполнения форм за счет унификации изделий и перехода на единый шаг наружных стен; увеличить съем продукции на 20–25%; создать банк данных по 1–4-комнатным квартирам и студиям в диапазоне от 24 до 110 м² с интервалом 2 м² в едином шаге (3600 мм) панелей наружных стен на базе 20 секций с этажностью от 4 до 24 этажей; гибко использовать способ создания ступенчатых фасадов домов в планировочных решениях секций домов с узким (до 3600 мм) и широким (свыше 3600 мм) шагом, применяя в зависимости от конструктивного решения сварные или петлевые соединения, а также сплошные или многослойные плиты перекрытий. Применение ступенчатого вертикального стыка панелей наружных стен позволяет увеличивать ширину зданий на толщину наружного облицовочного слоя и толщину утеплителя, что, как правило, находится в пределах 250–270 мм и позволяет увеличивать в шаге 3600 мм

площадь комнат на 1 м². Таким образом, способ применения ступенчатых панелей практически не требует затрат, упрощает производство изделий и создает новые возможности для улучшения архитектуры панельных зданий.

Первый заместитель генерального директора ГВСУ «Центр» **В.В. Аблаутов** в рамках конференции рассказал участникам мероприятия о перспективности выбора гибких индустриальных технологий строительства на примере универсальной строительной системы «ДОММОС» – собственной разработке ГВСУ «Центр». Система позволяет строить здания по индивидуальным проектам: варьировать архитектурно-планировочные решения, менять внешний облик зданий, строить дома переменной этажности – от 6 до 25 этажей. Трехслойные наружные стеновые панели (бетон–утеплитель–бетон), сухой узел сопряжения строительных элементов и заводской монтаж окон, герметичность которых проверяется тепловизорами непосредственно на производстве, обеспечивают класс энергоэффективности здания А++. Первые этажи жилых домов «ДОММОС» предназначены для коммерческого использования; высота потолков в жилых помещениях составляет 3,6–4,2 м. Для маломобильных граждан обеспечена доступная среда и вход с нулевого уровня. Серия, разработанная в 2015 г., соответствует современным градостроительным концепциям и уже применяется в застройке Москвы, на инвестиционных и бюджетных объектах.

В 2020 г. из-за пандемии коллеги из Sommer (Германия) и RIB SAA Software Engineering GmbH (Австрия), выступившие в качестве генерального спонсора InterConPan-2020, не смогли посетить мероприятие в Москве. Для связи с ними из Герма-





нии и Австрии была организована онлайн-трансляция. Управляющий партнер Sommer Precast **А. Штрассмайер** выступил с приветственным словом к участникам конференции, а доклад о BIM 5D – модельно-ориентированном проектировании, производстве сборных конструкций и управлении строительными проектами представил директор RIB SAA Software Engineering GmbH д-р **К. Хансер**.

О перспективных направлениях развития жилищного строительства собравшиеся могли узнать из содержательного доклада заместителя генерального директора по промышленному производству Первого ДСК **В.Л. Кононова**, который на примере Ростокинского завода ЖБК рассказал о развитии производства, применении новых конструктивно-технологических решений жилых зданий на базе современных гибких технологий сборного железобетона. Уже почти 60 лет Первый ДСК выпускает индустриальные дома: самые первые серии комбината – К7, а сейчас – новые усовершенствованные серии домов, в том числе, по индивидуальным проектам с разнообразной планировкой по желанию заказчика. Также комбинат участвует в программе реновации, помогая городу эффективно решать проблему переселения граждан из ветхого и аварийного жилья. Это стало возможным благодаря масштабной модернизации производственных площадок Первого ДСК.

Сложная эпидемиологическая обстановка не позволила присутствовать на конференции и представителям фирмы PROGRESS – постоянного спонсора InterConPan. Организованная онлайн-трансляция из Германии «Оборудование, технологии, программные инновационные решения произ-

водства элементов сборного железобетона», представленная **В.А. Лихтнером**, позволила коллегам получить полный спектр информации о новинках фирмы PROGRESS GROUP. А увидеть уже работающее оборудование участники смогли на выездной сессии 9 сентября 2020 г.

О разработке изменений к СП 335.1325800.2017 «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования» и др. рассказал директор НИИЖБ им. А.А. Гвоздева **Д.В. Кузеванов**. Он отметил основные проблемы в строительной стандартизации – отсутствие разъяснений об изменениях, длительного планирования, единого экспертного сообщества и согласованности документов, а также отсутствие реальных инноваций и объективной технико-экономической оценки их внедрения. Одним из способов решения проблем является обратная связь с производителями. Сформулированы основные направления инноваций для индустриального домостроения: развитие технологии производства новых строительных материалов; безотходные технологии и рециклинг; разработка технологии создания энергоэффективных зданий, в том числе пассивных; ускорение строительства; заводское модульное строительство; искусственный интеллект; автоматизация процессов строительства и применение роботизированных комплексов; цифровое моделирование полных циклов созидательной деятельности; аддитивные технологии, включая технологии 3D-печати.

О рентабельности инвестиций в цифровизацию производства ЖБК рассказал **В.П. Шкатов** – директор Allbau Software GmbH – постоянного партнера InterConPan. Сформулирована смена парадигмы стройиндустрии благодаря цифровизации за счет увеличения





скорости проектирования в 6–10 раз; интеграции с производством (ЧПУ), расчетами, логистикой, экономикой – учетом (1С) и сметами. Окупаемость расходов на приобретение Allplan Precast происходит за счет роста доходной части – смены способа хозяйствования с производственного на маркетинговый, повышения продаваемости квартир. Экономия расходной части – за счет исключения простоев оборудования при ошибках; порядок с закупками и списаниями комплектующих, высвобождение проектировщиков – повышение скорости проектирования КЖ/КЖИ; сокращение труда расчетчиков на подготовку расчетной модели; высвобождение технологов: контроль чертежей и обработка для плоттера, объемы комплектующих в ЛЗК. Удобство и комфортность достигаются за счет повышения наглядности производственного и логистического планирования в 3D; повышения оперативности управления за счет наглядных мобильных решений.

Новые технологии и инновации фасадного строительства с использованием каркасно-обшивных стен представил руководитель по маркетингу и сбыту АКВАПАНЕЛЬ® в России и СНГ **А. Клементьев** (Группа КНАУФ Восточная Европа и СНГ). Директор по развитию ООО «БЕНПАН» **Ю.Н. Федоров** предложил реальное направление модернизации сборного железобетона для малоэтажного домостроения. На выездной сессии 8 сентября 2020 г. коллеги смогли посетить завод БЕНПАН.

Как всегда эмоционально и профессионально выступал **В.А. Шембаков** – генеральный директор ЗАО «Рекон». Он рассказал об инновационном домостроении. О новых возможностях универсальной системы крупнопанельного домостроения рассказал **А.Н. Коршунов** – начальник научно-исследователь-

ской и технологической лаборатории АО «Казанский Гипрониавиапром». Он является постоянным автором в журнале «Жилищное строительство» и не пропустил ни одной конференции. Директор ООО «Домкор Проект» **Т.В. Фатыхова** также принимает участие в мероприятии на протяжении 10 лет. В 2015 г. Татьяна Викторовна лично проводила экскурсию для участников InterConPan на ООО «Домкор Индустрия» в Набережных Челнах.

Представитель Sommer Precast в России **Р. Х.-М. Марзаганов** рассказал о гибком и стационарном производстве сборного железобетона для реализации задач строительства жилья в регионах с отсутствующей или низкоразвитой строительной индустрией за счет применения малых и средних производств в мобильном и стационарном вариантах. Он обосновал покрытие всей территории Российской Федерации сетью мобильных и стационарных производств с едиными регламентами производства и строительства для выполнения государственных программ по социальному жилью и устранения последствий стихийных бедствий.

Получить информацию «из первых рук» участники смогли с помощью онлайн-трансляции из Италии. Об инновационных разработках фирмы «ШНЕЛЛ РУС» рассказал генеральный директор **А. Селманай**. О высокотехнологичном производстве железобетонных изделий по технологии «бабочка» с одновременным увеличением производительности производства в два раза сообщил представитель В.Т. Innovation GmbH (Германия) **V. Erhart** (Consulting) в онлайн-презентации.

На протяжении 10 лет существования InterConPan подтверждается верность девиза: «Объединение профессионалов гарантирует успех!»





Во второй день работы конференции – 8 сентября 2020 г. прошли две выездные сессии. Участники InterConPan-2020 посетили дочернее предприятие ГВСУ «Центр» – «198 Комбинат железобетонных изделий» в Можайске, где установлены уникальные роботизированные линии по выпуску изделий КПД серии «ДОММОС». Модернизированный «198 КЖИ» отличается высокой производительностью технологического оборудования, возможностью организации непрерывного цикла производства; низкими трудозатратами и минимальными рисками, связанными с человеческим фактором; высокой степенью автоматизации проектных и производственных данных, исключающих технологические ошибки; использованием адаптивных технологий проектирования и производства, позволяющих гибко менять технологический процесс для выполнения производственных заказов разнопланового характера. Специалисты осмотрели готовую продукцию на складе, отметив высокое качество поверхности панелей и установленных в них деревянных окон со стеклопакетами.

Вторая выездная сессия прошла на производственной площадке завода БЕНПАН, ориентированного на строительство малоэтажных индивидуальных и многоквартирных жилых домов и объектов инфраструктуры, позволила участникам InterConPan-2020 оценить технологию, которая в короткие сроки может быть адаптирована для использования на существующих заводах ЖБИ с относительно небольшими капитальными вложениями. Участники конференции смогли познакомиться с конструктивным решением двухслойных и трехслойных стеновых панелей БЕНПАН, посетить производство плит перекрытий, представляющих собой ребристую конструкцию с полкой в сжатой зоне, продольными и торцевыми ребрами. Фасадные решения наружных стеновых панелей могут быть разнообразными: либо поставляться с завода с готовым утеплением и устройством на строительной площадке, либо поставляться с завода с готовой подсистемой. Многих заинтересовала оригинальная эффективная схема логистического планирования.



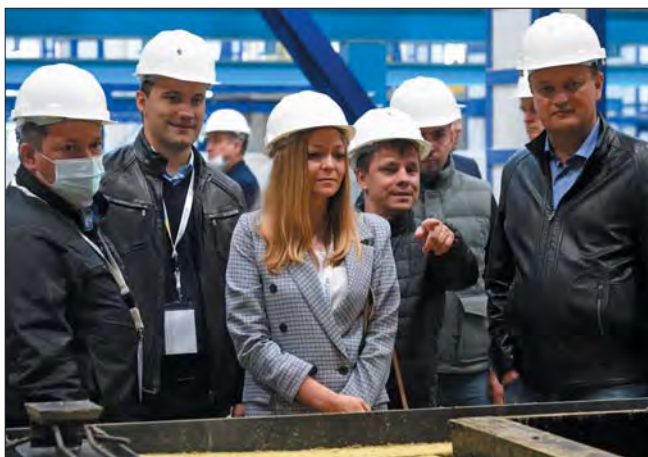


Выездная сессия в третий день работы конференции – 9 сентября 2020 г. прошла на Ростокинском заводе ЖБК, входящем в ООО «Первый ДСК». Участники увидели новое высокотехнологичное оборудование и познакомились с современными технологиями ведущего мирового поставщика технологий и оборудования для производства изделий из сборного железобетона – компании PROGRESS – постоянного спонсора конференции InterConPan, которые позволят существенно расширить ассортимент выпускаемой продукции и реализовать индивидуальные архитектурно-планировочные решения жилых домов индустриальным методом. С запуском новых линий Ростокинский завод расширит возможности по выпуску продукции, а также сможет выпускать более 300 тыс. м² жилья в год. Внедрение новых технологий существенно расширило возможности для проектировщиков в плане архитектурного и цветового решения фасадов, что позволяет оформлять кварталы города в индивидуальном стиле и создавать еще более оригинальный, современный и привлекательный архитектурный облик Москвы и Подмосковья, сохраняя при этом доступность жилья для населения.



После посещения предприятия коллеги приняли участие в работе круглого стола «Возрождение проектирования в индустриальном домостроении – осознанная необходимость», на котором обсуждалась необходимость ускорения внедрения проектных идей в технологический процесс, открывающиеся возможности проектирования новых строительных объектов, плюсы и минусы индустриального подхода.

Участники InterConPan-2020 проанализировали причины изменения спроса на индустриальное жилье за последние 20 лет: в период восстановления экономики Российской Федерации в начале 2000-х гг. одним из локомотивов роста стала строительная отрасль. Население страны, после окончания «шокового» перехода к рыночным отношениям постепенно к началу 2010 г. стало массово приобретать жилье в условиях рынка. Соответственно, после удовлетворения базовой потребности в собственном отдельном жилье захотелось иметь удобное, комфортное жилье. Именно в этот период





начался бурный рост монолитного домостроения, которое позволило воплотить желания заказчика под конкретные условия, с характеристиками, меняющимися от объекта к объекту. На этом фоне панельное жилье стало восприниматься как что-то неуютное, некомфортное и некрасивое.

По словам руководителя проекта модернизации заводского производства Первого ДСК **А.С. Казина**, за период с 1990 по 2005 г. в отрасли индустриального домостроения случился кризис в проектном направлении индустриального жилья, вызванный естественными причинами: старшее поколение убывало из отрасли, а замещение молодыми кадрами происходило в недостаточном объеме. В результате многие проектные институты прекратили свое существование, и в 2020 г. наблюдался недостаток проектных институтов, которые могут и знают, как работать в направлении индустриального домостроения. Речь идет именно о проектных институтах, работающих комплексно, а не о проектных бюро. Железобетонные производства в России в той или иной степени прош-



ли модернизацию, а предприятия, не успевшие это сделать, стремятся обновить производственную базу. Но комплексное проектирование, которое может воплотить идею архитектора в технологический процесс, практически отсутствует. В строительной отрасли назрела необходимость в возрождении институтов, которые совмещали бы научные и практические навыки.

Огромное количество вопросов при живом общении, касающихся как индивидуальных особенностей именно этого производства, так и отрасли вообще вплоть до нормативной базы, затрагивалось в ходе дискуссии. Проведение круглых столов стало хорошей традицией конференции. Коллеги убеждены, что только вместе можно найти верные пути продвижения индустриального домостроения в регионах Российской Федерации.

В обзоре использованы фото редакции,
Е.А. Поляничевой и А.М. Шмырова



Организаторы выражают благодарность всем участникам конференции Inter ConPan-2020 за активную профессиональную позицию!

До встречи в 2021 году!

УДК 72.012.6

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-13-21>

С.В. НИКОЛАЕВ, д-р техн. наук, научный руководитель (ya.nikolaev2019@icloud.com)

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

Ступенчатый фасад, созданный с помощью накладных панелей наружных стен

На протяжении шестидесятилетнего периода существования отечественного крупнопанельного домостроения этот вид жилья остается наиболее востребованным благодаря его стоимостной доступности. Переход на «гибкие» технологии производства панельных зданий позволяет создавать качественное и комфортное жилье. Вместе с тем отмечается возврат к строительству панельных зданий с плоскими однообразными невыразительными фасадами. В статье описывается способ создания ступенчатых фасадов с помощью накладных панелей наружных стен, соединение декоративных наружных слоев в которых производится внахлест. Это позволяет простым технологичным способом создавать ступенчатые фасады, скрыть часть вертикальных швов, увеличить съем продукции, упростить достижение нужной квартирографии. Способ защищен евразийским патентом.

Ключевые слова: ступенчатая наружная панель, накладная наружная панель, соединение внахлест, петлевые сборно-монолитные соединения, ступенчатый фасад, квартирография, многопустотные плиты.

Для цитирования: Николаев С.В. Ступенчатый фасад, созданный с помощью накладных панелей наружных стен // *Жилищное строительство*. 2020. № 10. С. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-13-21>

S.V. NIKOLAEV, Doctor of Sciences (Engineering), Research Advisor (ya.nikolaev2019@icloud.com)
АО «TSNIEP zhilishcha – institute for complex design of residential and public buildings» (АО «TSNIEP zhilishcha») (9, bldg. 3, Dmitrovskoe Highway, Moscow, 127434, Russian Federation)

Stepped Facade Created Using Overlay Panels of External Walls

During the sixty-year period of existence of domestic large-panel housing construction, this type of housing remains the most popular due to its affordability. The transition to flexible technologies for the production of panel buildings makes it possible to create high-quality and comfortable housing. However, there is some return to the construction of panel buildings with flat monotonous expressionless facades. The article describes a method for creating stepped facades using overlay panels of external walls, the connection of decorative external layers in which «overlap» is made. This makes it possible to create stepped facades in a simple technological way, hide part of the vertical seams, increase the output of products, and simplify the achievement of the desired apartment layout. The method is protected by a Eurasian patent.

Keywords: stepped exterior panel, overhead exterior panel, «overlap» connection, loop precast-monolithic connections, stepped facade, apartment layouts, multi-hollow plates.

For citation: Nikolaev S.V. Stepped facade created using overlay panels of external walls. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 10, pp. 13–21. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-13-21>

До сих пор на вопрос, как с помощью одной панели наружной стены устраивать негладкие фасады домов, можно было получить однозначный ответ: такого быть не может! Например, рассматривая многопустотные плиты перекрытий, считалось, что они работают как балка. Однако достаточно ввести в опорную зону «пустотки» дополнительную арматуру в верхней зоне, и плита начинает работать на консольные нагрузки. Или другой пример – навязчивая раскладка наружных двухмодульных панелей в крупнопанельных зданиях. Все привыкли к такой раскладке, хотя кирпичная кладка с перевязкой кирпичей говорит в пользу перевязки двухмодульных панелей, и не только для снятия стереотипного вида панельных зданий, но и для существенного увели-

чения их надежности, особенно при разрушениях от взрывов бытового газа.

Точно так же воспринимаются панели наружных стен с плохой маскировкой вертикальных швов между панелями. Гладкие фасады панельных домов – «спичечных коробков», заполнивших Москву, Подмосковье и шагающих уже по российским городам и регионам, – это следующее убожество и ограниченность градостроительных и архитектурно-планировочных решений, связанное с традиционным взглядом на панели наружных стен.

Этот взгляд основан на привычном решении: панели наружных стен должны соединяться друг с другом встык [1, 2]. А почему, например, не внахлест за счет способа создания ступенчатого фасада? (Заявка

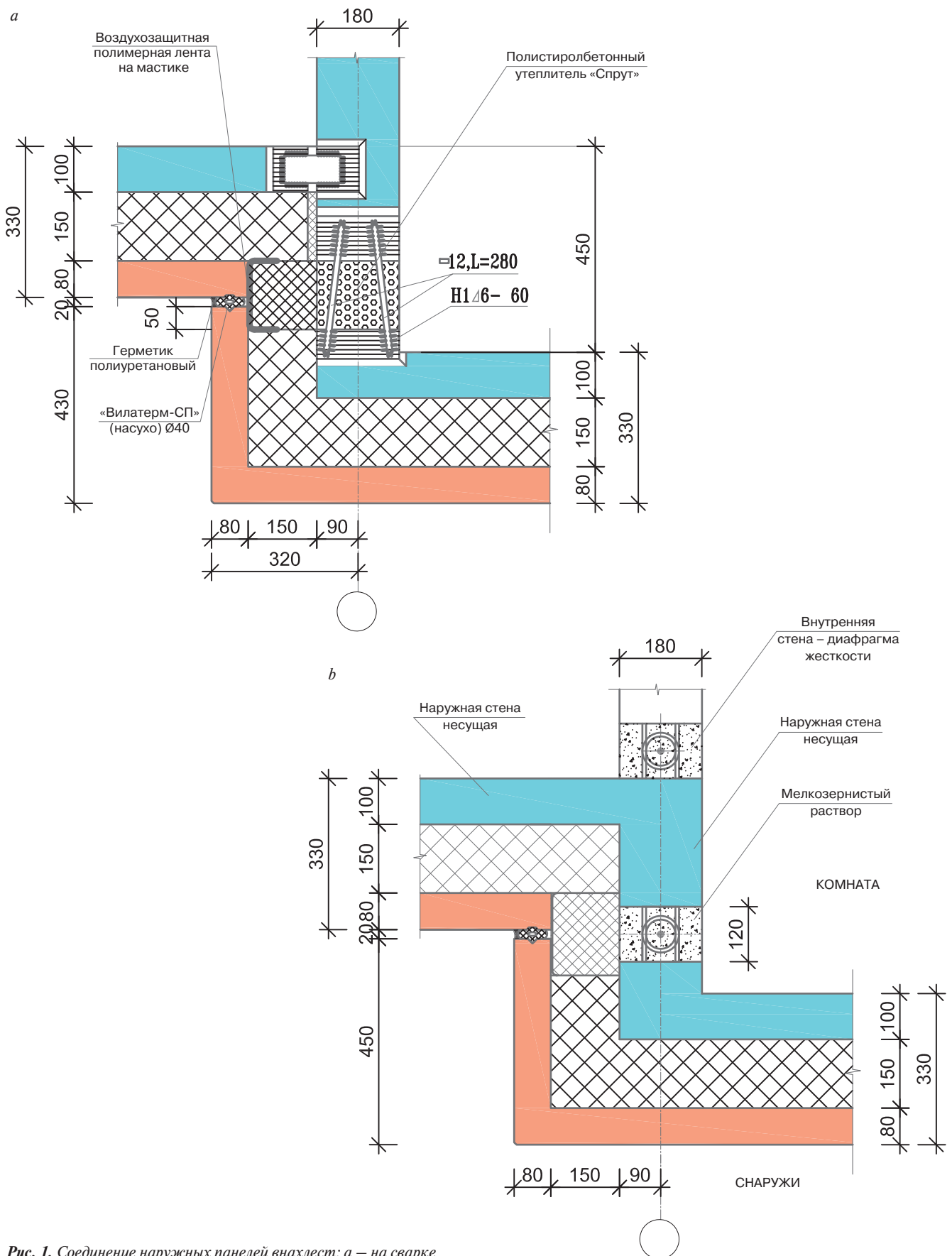


Рис. 1. Соединение наружных панелей внахлест: а – на сварке (узкий шаг поперечных стен); б – широкий шаг стен – диафрагм жесткости

Fig. 1. Connection of external panels «overlap»: a – on welding (narrow step of cross walls); b – wide step of walls – stiffening diaphragms

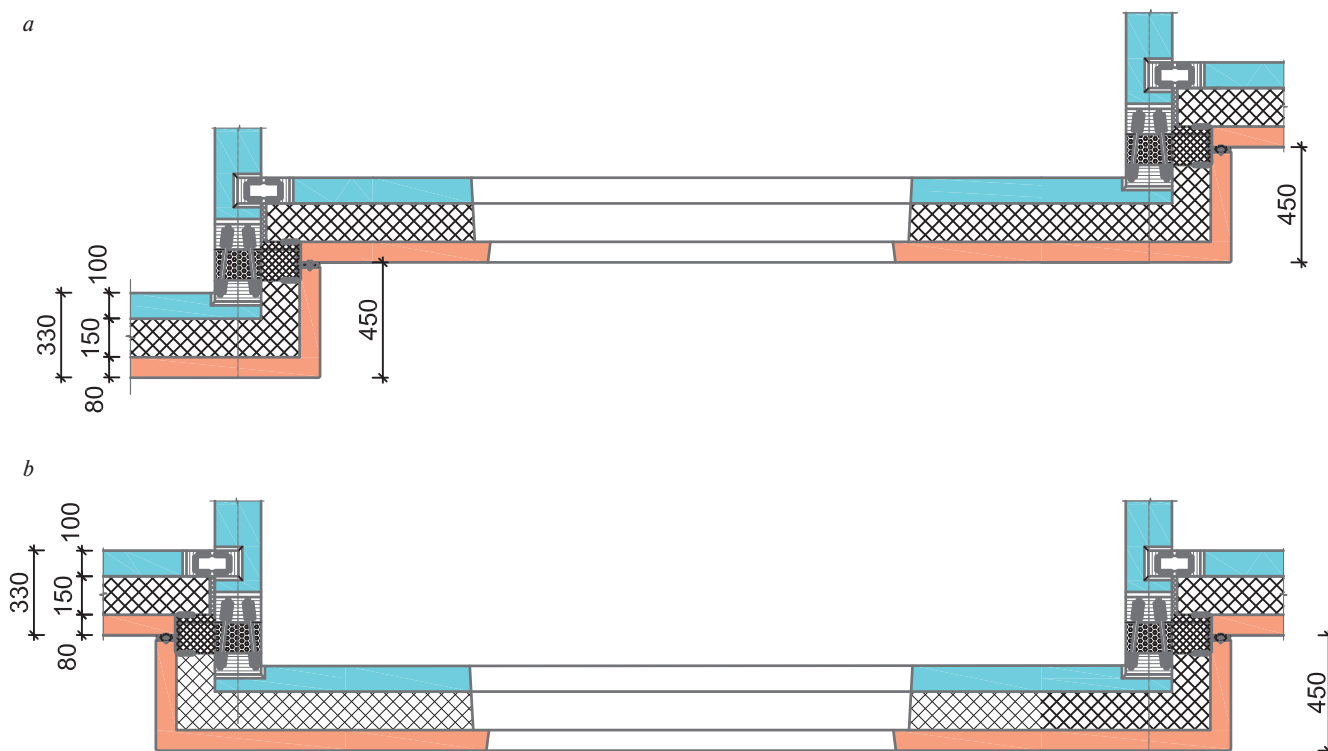


Рис. 2. Варианты ступенчатых фасадов: а – Г-образная ступенчатая наружная панель; б – П-образная ступенчатая наружная панель
Fig. 2. Options for stepped facades: a – G-shaped stepped exterior panel; b – P-shaped stepped exterior panel

на выдачу евразийского патента № 201900464/31 от 22.06.2020). Суть этого способа заключается в соединении наружных декоративных слоев панелей таким образом, что торец наружного декоративного слоя одной панели сопрягается внахлест с лицевым декоративным слоем другой наружной панели (рис. 1). Такой способ соединения наружных панелей является технологически гибким для производства. Он используется при строительстве зданий с соединениями панелей как на сварке (рис. 1, а), так и с петлевыми сборно-монолитными соединениями (рис. 1, б).

В целом применение соединения панелей внахлест позволяет:

- избежать гладкого и однообразного фасада зданий;
- скрыть с фасадной стороны вертикальный шов со всеми погрешностями, возникающими при изготовлении и монтаже изделий;
- увеличить или уменьшить площадь комнат в пролете примерно на 1,5 м², достигая необходимых параметров заданной планировки по зданию или жилой застройке;
- увеличить съем панелей наружных стен в производственных условиях до 8–10%.

Два первых преимущества позволяют изменить облик гладких домов – «спичечных коробков». Раскрашивание домов под цвета радуги тоже не лучшая архитектурная находка и ожидает реакции медиков и психиатров. Гладкие фасады панельных зданий

без перепадов по плоскости наружных стен, отсутствие на них выступающих элементов в виде балконов [3–7], лоджий, эркеров создают безликий образ панельных зданий и способствуют негативному отношению к этому весьма эффективному, популярному и рыночно дешевому виду домостроения.

Обозначенное выше третье преимущество имеет существенное значение в вопросах достижения требуемой планировки, о чем будет написано далее.

Наконец, как это ни странно звучит, отмеченное четвертое преимущество относительно увеличения съема продукции происходит за счет сокращения протяженности фасадной поверхности на торцах зданий и сокращения длины панелей, образующих лоджии и балконы. Происходит это за счет полного использования высоты камер тепловой обработки. Уменьшение толщины панели наружных стен позволяет увеличить съем продукции.

Известно, что перед применением и внедрением предлагаемой инновации возникают вопросы: сколько это будет стоить, насколько усложнит технологический процесс производства изделий и их монтажа? По многим показателям эффективность применения накладных панелей наружных стен для создания ступенчатых фасадов достигается за счет технологичности способа создания накладной наружной панели. Доказательством может послужить раскрытие способа создания ступенчатых фасадов.

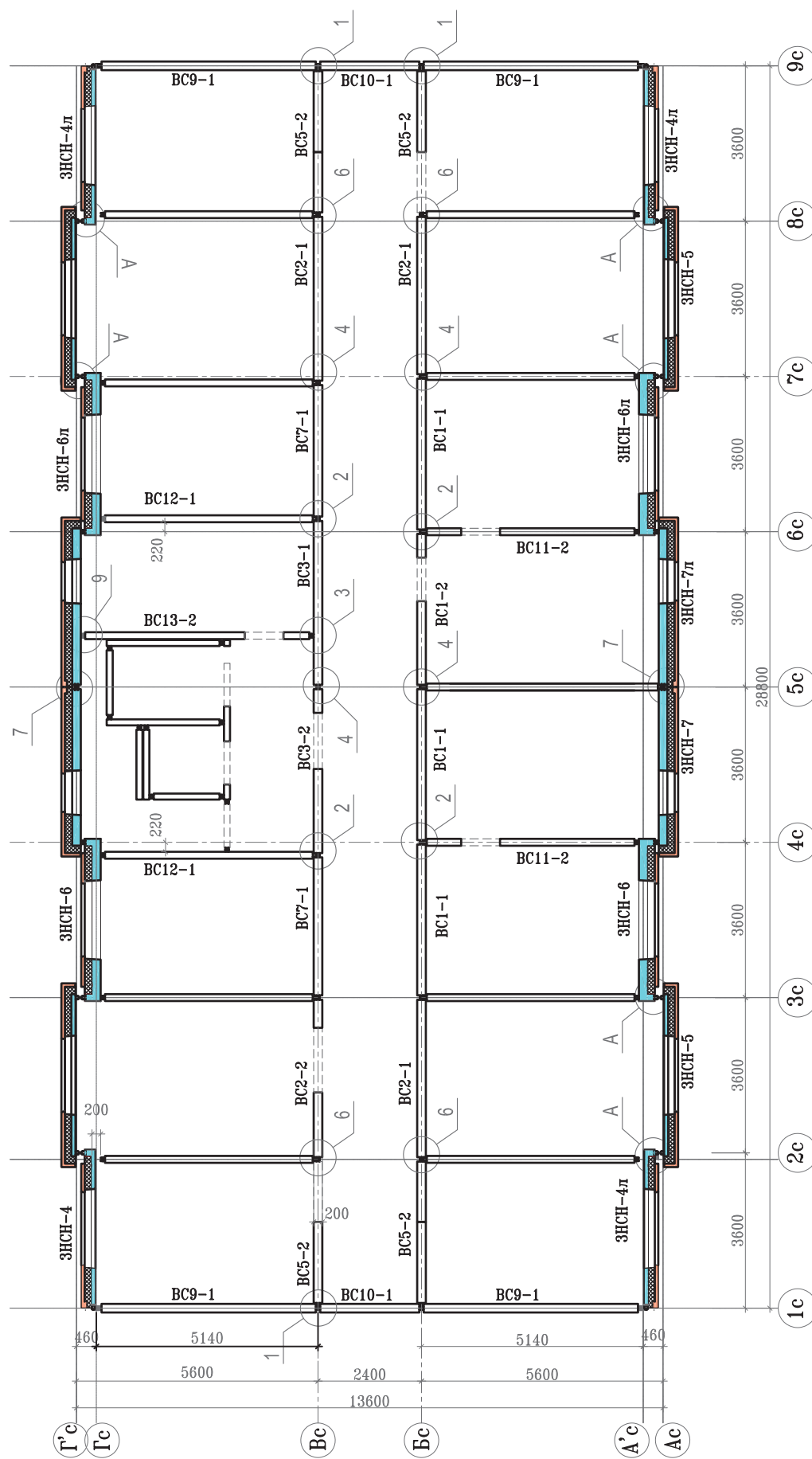


Рис. 3. Пример секции со ступенчатыми панелями наружных стен
Fig. 3. Example of a section with stepped exterior wall panels

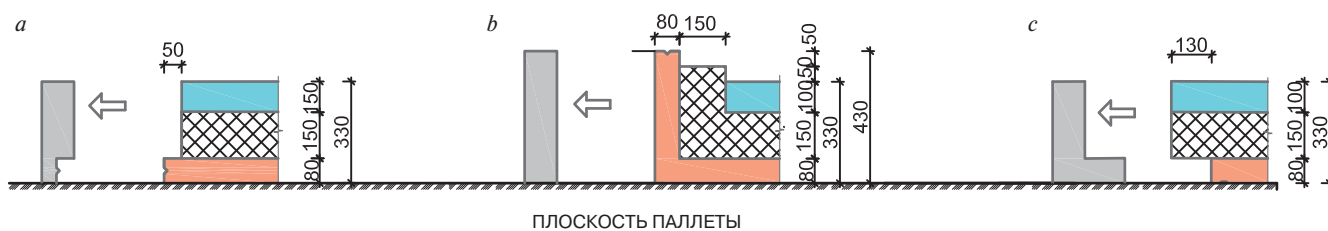


Рис. 4. Профили вертикальных поперечных бортов для формирования ступенчатых фасадов: а – для рядовой и торцевой панелей наружных стен; б – для торцевой и накладной панелей наружных стен; с – для поперечного борта накладной наружной панели
Fig. 4. The vertical profiles of the transverse sides for the formation of stepped facades: a – for the row and end panel of external walls; b – for end and overlay panels of external walls; c – for the cross side of the external panel overlay

На рис. 2 представлены два основных вида ступенчатых наружных панелей с Г-образными и П-образными ступенчатыми наружными стенами (здесь и далее будем придерживаться сварного варианта соединения наружных панелей с заполнением швов полистирольным утеплителем «Спрут»).

Применение ступенчатых панелей наружных стен за счет оригинального соединения панелей внахлест принципиально меняет подход к проектированию жилых домов с использованием ступенчатых панелей наружных стен, придавая фасадам здания неповторимый образ. На плане секции с применением ступенчатых панелей наружных стен (рис. 3) только в центре секции сохранен рядовой вертикальный стык, что характеризует универсальность предлагаемого способа строительства панельных зданий. Универсальность обеспечивается применением всего трех типов соединения панелей наружных стен: П-образных с выступающими и западающими декоративными слоями и Г-образных с выступающим декоративным слоем и рядовым соединением с противоположного торца панели (по оси 5с).

Несложно заметить, что конструктивное исполнение Г-образной панели в значительной степени напоминает и соответствует соединению панелей наружных стен с торцевыми панелями. Отличием является то, что величина торцевого декоративного слоя на Г-образной наружной панели равна толщине наружной панели или ограничена технологическими особенностями (например, высотой штабелирования в камере тепловой обработки). И второе, главное отличие: в Г-образных накладных панелях торцы декоративного слоя соединяются внахлест с декоративным слоем другой панели, а в случае соединения с торцевыми панелями соединения осуществляются встык.

Стык внахлест позволяет скрыть недостатки изготовления и монтажа панелей, позволяя соблюсти за счет минимальных допусков от неплоскостности панелей и плоскости торцов панелей шов в пределах до 20 мм. Следует признать, что предпринимаемые усилия и выполняемые мероприятия по повышению точности изготовления изделий тем не менее позво-

ляют различать зрительно швы на панельных зданиях. Даже частичное уменьшение числа швов за счет накладных панелей наружных стен позволяет архитекторам, воспользовавшись приемом применения накладных панелей наружных стен, улучшить внешний вид панельных зданий.

При организации в зданиях лоджий или балконов, в том числе утепленных, накладные панели наружных стен с соединением внахлест позволяют перейти на использование рядовых панелей наружных стен укороченной длины, провести унификацию соединений наружных стен и довести число сечений вертикальных бортов до трех (рис. 4).

Помимо описанных градостроительных и объемно-планировочных возможностей применения накладных наружных панелей, с их помощью достаточно просто достигаются требования квартирографии. Особенно важно иметь такой инструмент при разработке планировочных решений одно- и двухкомнатных квартир. Они, как правило, в домах эконом-класса и класса комфорт занимают до 85%.

Обычным планировочным решением для однокомнатных квартир является размещение их в двух жилых ячейках, двухкомнатных – в трех.

Воспользуемся частью квартирографии по однокомнатным квартирам, приведенной в табл. 1.

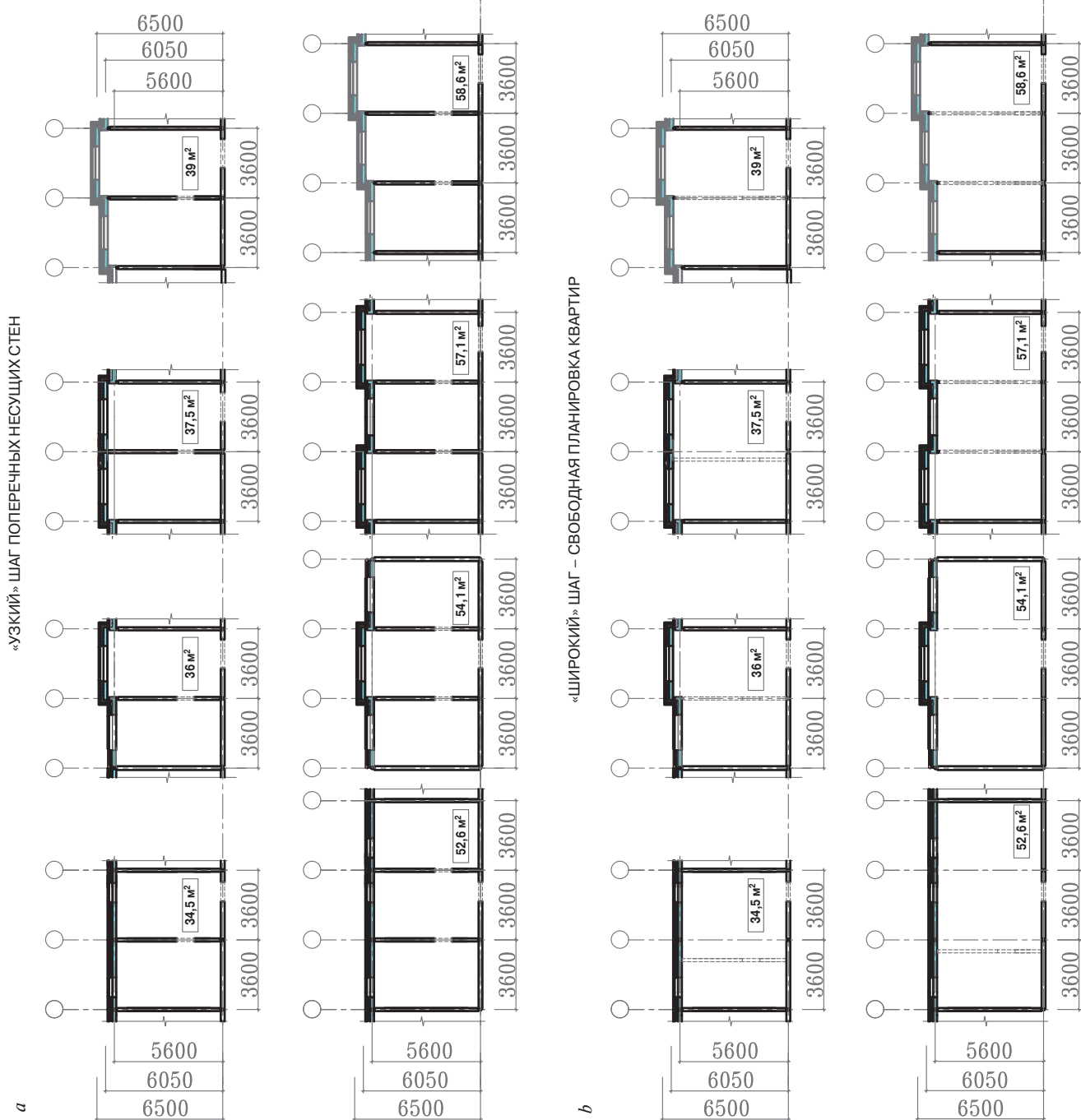
На схеме (рис. 5, а) представлены четыре жилые ячейки, каждая из смежных в которых отличается по площади на 1,5 м². Это достигается при шаге между несущими внутренними стенами 3,6 м за счет изменения глубины комнат на 450 мм – от 5,5 до 6,5 м за счет толщины накладной наружной панели 430 мм

Таблица 1
Table 1

Квартирография однокомнатных квартир
Apartment layout of one-room flats

Тип квартиры	Площадь, м ²	Доля в общем количестве	37% (27%)
1к	30–32	7%	
1к	33–35	10%	
1к	36–38	12%	
1к	38–40	5%	
1к	41–43	3%	

Рис. 5. Варьирование площадями секций за счет применения ступенчатых панелей на ружьных стенах: а – двухкомнатная секция – однокомнатная квартира; б – трехкомнатная секция – двухкомнатная квартира
Fig. 5. Variation in the area of sections due to the use of stepped panels of external walls: а – two-room section – one-room apartment; б – three-room section – two-room apartment



и шва между панелями 20 мм. Сравнивая табличные данные с конкретными площадями квартир на схеме, можно видеть, что три типа квартир (27 из 37%) имеют заданную планировку только за счет применения накладных панелей наружных стен.

На рис. 5, *b* варьирование площадью трехкомнатной секции за счет применения ступенчатых панелей наружных стен позволяет полностью удовлетворить заданную планировку двухкомнатных квартир (табл. 2).

Важно отметить, что принятый на рис. 5 шаг 3600 мм между несущими внутренними стенами позволяет использовать для перекрытия пролетов плиты с единым шагом 3,6 м, что соответствует наиболее рациональному использованию формочной площади паллет шириной 4 м, а также максимальной транспортной высоте изделий.

При этом шаг несущих внутренних стен 3,6 м позволяет использовать сплошные плиты перекрытий толщиной 160 мм без предварительного напряжения с несущими панелями наружных стен и опиранием плит перекрытий по трем сторонам.

Завершим тему создания ступенчатого фасада показом принципиальных решений по разработке варибельных планировок секционных домов в едином шаге наружных стен. На основе выполненной унификации соединений панелей наружных стен по вертикали разработаны три вертикальных узла (рис. 6), в двух из которых используются ступенчатые накладные наружные панели. Использование этих трех узлов позволяет разрабатывать планировочные решения секционных домов практически с любой планировкой, что подтверждает пример на рис. 7. Требуемая планировка достигается изменением глубины комнат за счет изменения длины панелей от 4690 до 6090 мм с шагом 450 мм. При этом конструктивное исполнение соединений панелей – на сварке или в виде петлевых соединений – не имеет принципиального значения, хотя конструктивные решения зданий со сварными соединениями и петлевыми сборно-монолитными принципиально разные.

Сварное соединение стеновых панелей предусматривает применение перекрестно-стеновой системы зданий с узким шагом несущих внутренних стен. При этом используются плиты перекрытий размером на

Таблица 2
Table 2

Квартирография двухкомнатных квартир
Apartment layout of two-room flats

Тип квартиры	Площадь, м ²	Доля в общем количестве	28% (28%)
2к	50–54	13%	
2к	55–59	10%	
2к	60–65	5%	
2к	66–68	0%	

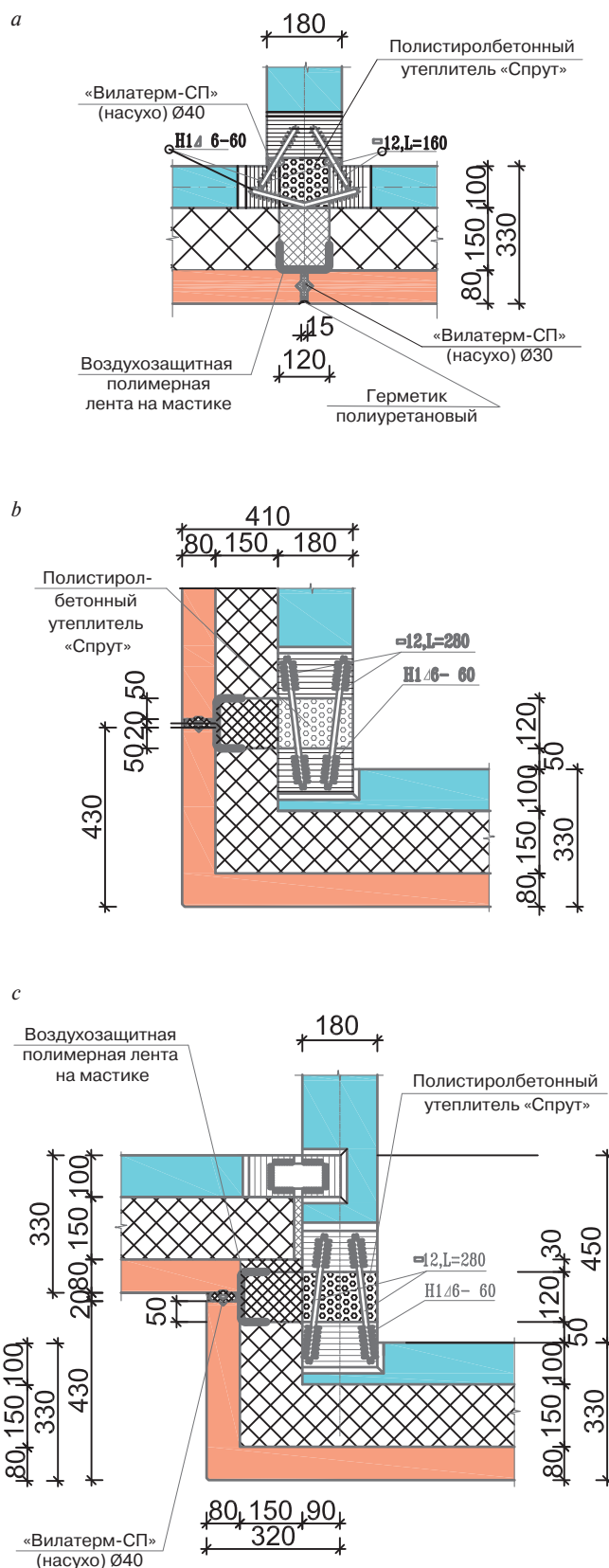


Рис. 6. Унифицированные соединения панелей наружных стен по вертикали соединения: а – рядовых наружных панелей; б – наружных панелей с торцевой панелью; в – ступенчатых панелей
Fig. 6. Unified connections of exterior wall panels along the connection vertical: a – row exterior panels; b – exterior panels with end panel; c – step panels

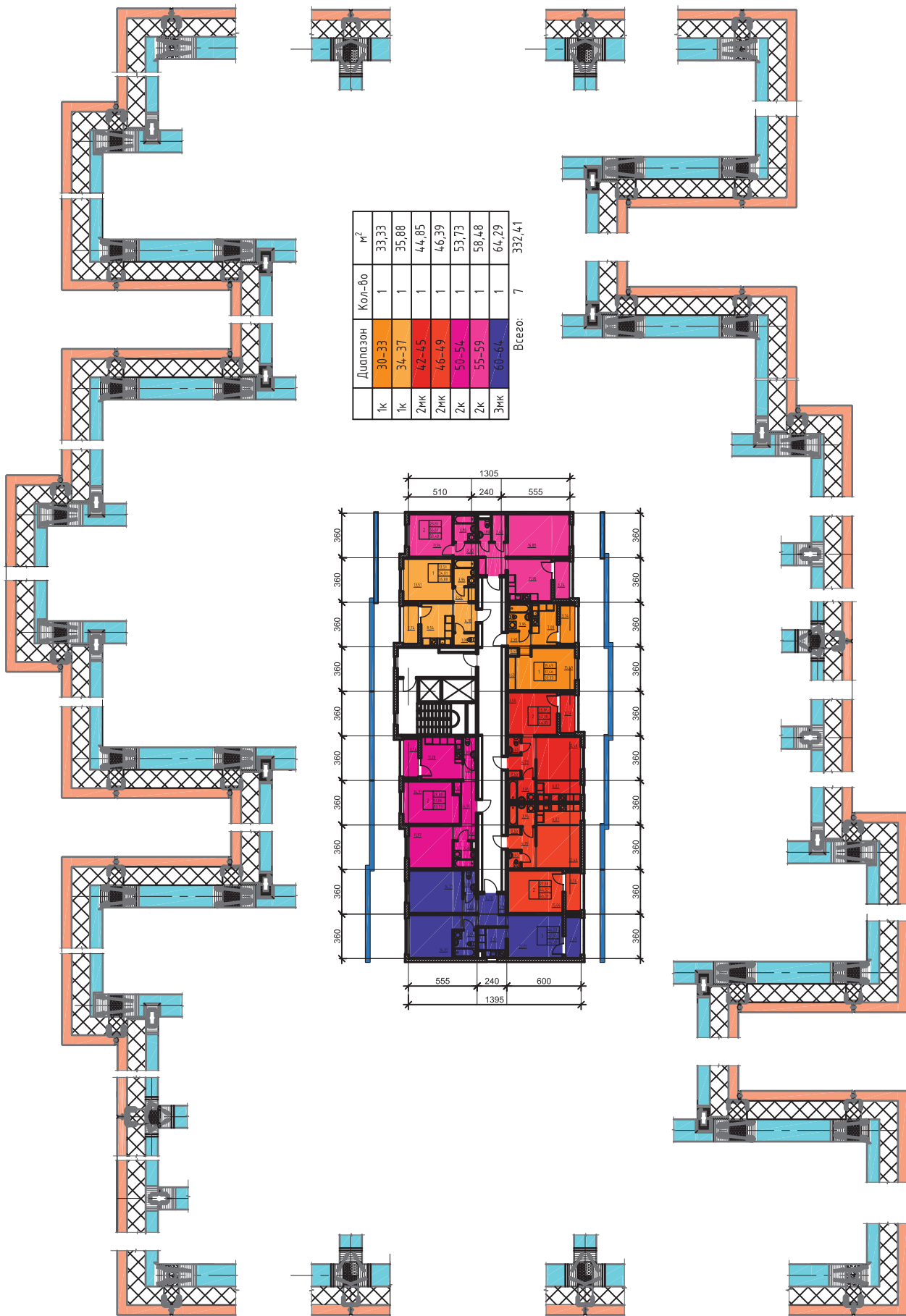


Рис. 7. Пример плана секции на едином шаге панелей наружных стен
Fig. 7. Example of a section plan at a single step of exterior wall panels

комнату и несущие наружные панели. Петлевые сборно-монолитные соединения позволяют перейти на схему зданий с продольными несущими стенами на так называемый широкий шаг с перекрытием пролетов длинномерными многопустотными плитами. При этом наружные стены становятся несущими. Возникает свободная планировка квартир в пределах расстановки стен – диафрагм жесткости. Как уже отмечалось ранее, формирование ступенчатого фасада не зависит от применяемой конструктивной системы зданий – это могут быть здания с узким или широким шагом несущих стен.

Немаловажным достоинством применения накладных наружных панелей является унификация поперечных бортов для формования ступенчатых панелей. Сокращение числа профилей вертикальных бортов позволяет упростить конструирование формовочной оснастки для строительства зданий со ступенчатым фасадом. При этом за счет смены вертикальной бортовой оснастки на формовочной паллете изготавливаются панели с Г-образным гладким наружным слоем, в том числе для обычных рядовых соединений (рис. 4, а). Более того, соединение с торцевой панелью (рис. 4, б) позволяет использовать его на торцах зданий, исключая вертикальный шов, выходящий на фасад здания, чем, к сожалению, грешат многие построенные панельные здания.

Резюме. Перечисленные преимущества ступенчатых накладных наружных панелей, технологичность способа создания ступенчатого фасада, универсальность способа для панельных зданий с различными конструктивными схемами строительства, а также вариантность способов соединения панелей подтверждают перспективность широкого распространения ступенчатых накладных фасадов в отечественном домостроении.

Особенно важно использовать возможности применения ступенчатых панелей наружных стен при разработке систем секционных домов для модернизируемых и вновь строящихся домостроительных предприятий. Унификация узлов сопряжений панелей позволяет упростить производство и монтажный процесс, увеличив съём продукции с технологических производственных линий до 25–30%.

Таким образом, предложенные инновационные разработки позволяют:

- архитекторам разнообразить жилую застройку без дополнительных затрат;
- производителям панельных домов унифицировать изделия, сократить номенклатуру и увеличить съём продукции;
- покупателям квартир получить более дешёвое, архитектурно-вариативное и качественное жильё.

Список литературы

1. Николаев С.В. СКПД – система строительства жилья для будущих поколений // *Жилищное строительство*. 2013. № 1. С. 2–4.
2. Николаев С.В. Квартирография и оптимизация параметров жилых ячеек // *Жилищное строительство*. 2020. № 3. С. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-3-3-93>
3. Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса // *Жилищное строительство*. 2011. № 3. С. 42–46.
4. Давидюк А.Н., Несветаев Г.В. Крупнопанельное домостроение – важный резерв для решения жилищной проблемы в России // *Строительные материалы*. 2013. № 3. С. 24–26.
5. Николаев С.В. Устройство балконов с помощью многопустотных плит перекрытий // *Жилищное строительство*. 2018. № 10. С. 17–21.
6. Jan Gehl. *Cities for People*. Washington. Island Press. 2010. 276 p.
7. Николаев С.В. Инновационная замена КПД на панельно-монолитное домостроение (ПМД) // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>

References

1. Nikolaev S.V. SKPD – housing construction system for future generations. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 1, pp. 2–4. (In Russian).
2. Nikolaev S.V. Apartment layouts (apartment mapping) and optimization of parameters of dwelling units. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 3, pp. 3–9. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-3-3-93>
3. Modernization of large – panel housing construction – the locomotive of economic class housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2011. No. 3, pp. 42–46. (In Russian).
4. Davidyuk A.N., Nesvetaev G.V. Large-panel housing construction – an important provision for solving the housing problem In Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 3, pp. 24–26. (In Russian).
5. Nikolaev S.V. Arrangement of balconies with the help of hollow core floor slabs. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 10, pp. 17–21. (In Russian).
6. Jan Gehl. *Cities for People*. Washington. Island Press. 2010. 276 p.
7. Nikolaev S.V. Innovative Replacement of Large-Panel Housing Construction by Panel-Monolithic Housing Construction (PMHC). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 3–10. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>

Универсальная строительная система «ДОММОС»: НОВЫЙ ЭТАП МОДЕРНИЗАЦИИ ГВСУ «ЦЕНТР»

Universal Building System "DOMMOS": a New Stage of Modernization of the GVSU "Center"

В последние годы технологии крупнопанельного домостроения доказали свою востребованность и актуальность. Современные «дома-конструкторы» характеризуются улучшенными потребительскими характеристиками и внешне практически неотличимы от монолита. Проектировщики учли все недостатки старого жилья, ушли от его полной типизации и штамповки. Этого удалось добиться в том числе благодаря модернизации производственных предприятий. О том, как развивается универсальная строительная система «ДОММОС» компании ГВСУ «Центр», узнали участники международной конференции «InterConPan-2020: инновации для индустриального домостроения».

In recent years, the technology of large-panel housing construction has proved its being in demand and actuality. Modern "houses-constructors" are characterized by improved consumer characteristics and are almost indistinguishable from a monolith. The designers took into account all the shortcomings of the old housing, moved away from its complete typing and stamping. This was achieved, among other things, thanks to the modernization of production enterprises. Participants of the International Conference "InterConPan-2020: Innovations for Industrial Housing Construction" learned how the universal construction system "DOMMOS" of the company GVSU "Center" develops.

Строительный холдинг ГВСУ «Центр» ведет свою историю с 1964 г. Компания стала правопреемником Главного военно-строительного управления «Центр», объединившего Военно-строительное управление города Москвы, строительное управление Московского военного округа, строительные и специализированные управления, а также 11 промышленных предприятий.

В настоящее время холдинг входит в число ведущих строительных компаний Московского региона и обеспечивает полный цикл строительства – от производства стройматериалов до возведения объектов недвижимости любой сложности и назначения. В состав холдинга входит 11 производственных и строительных предприятий, транспортные

и логистические мощности. Штат его специалистов около 3 тыс. человек. На собственных заводах по выпуску железобетонных изделий в Московской области установлены уникальные роботизированные линии и современное импортное оборудование. Нижегородский деревообрабатывающий комбинат обладает современным станочным парком. А металлообрабатывающее производство в Москве не только полностью обеспечивает материалами и конструкциями все строительные площадки холдинга, но и поставляет продукцию на внешний рынок. На всех этапах производства и строительства действует жесткая система контроля качества. Это стало возможным благодаря модернизации всех предприятий холдинга и внедрению BIM-технологий.

Большой опыт компании был скорректирован тенденциями современного строительного рынка. В текущем году специалисты холдинга модернизировали универсальную строительную систему «ДОММОС» – инновационную разработку ГВСУ «Центр». Высота жилого этажа в новых домах увеличилась с 2,8 до 3 м, при этом высота первого, нежилого этажа составляет 6 м. Высокие потолки увеличивают общий объем помещения. Это играет важную роль в повышении уровня качества воздуха, пропадает ощущение замкнутого, давящего пространства. Фасадные решения тоже претерпели изменения, для большей привлекательности ГВСУ «Центр» предлагает панели с панорамным остеклением – так называемое жилье с окнами в пол. Благодаря такому типу остекления помещение изнутри кажется больше, повышается уровень естественной освещенности, а природа за окном становится частью интерьера. При этом все недо-





статки, которые может вызвать панорамное остекление, сведены к минимуму благодаря двухкамерным стеклопакетам с высоким коэффициентом сопротивления теплопередаче. Все створки в таких окнах открываются либо полностью, либо частично, что позволяет легко и безопасно поддерживать чистоту.

Производство наружных трехслойных стеновых панелей с панорамным остеклением уже начал один из крупнейших и старейших комбинатов железобетонных изделий в Московском регионе – «198 КЖИ», входящий в структуру ГВСУ «Центр». Собственная лаборатория осуществляет подбор бетонной смеси, проводит испытания на прочность каждой партии изделий. Все это обеспечивает нормативный срок эксплуатации жилого дома более 100 лет.

Новые панели будут использоваться при строительстве домов универсальной системы «ДОММОС» в том числе и в рамках программы реновации жилья в столице. Наружная отделка – высококачественная керамическая плитка, для облицовки доступны 256 цветов из палитры RAL. На фасадах – корзины для кондиционеров. Класс энергоэффективности трехслойных стеновых панелей А++.

В текущем 2020 г. ГВСУ «Центр» ведет строительство 17 корпусов, 12 из которых – универсальная система «ДОММОС», а также двух станций Московского метрополитена. Их общая площадь составляет 387 тыс. м². Завершено строительство с полной отделкой объектов городского заказа на шоссе Фрезер и в Тимирязевском районе. Все объекты сдаются с благоустроенной придомовой территорией и безбарьерной средой. Продолжаются работы в крупном жилом комплексе «Эко Видное 2.0» в г. Видное (Московская обл.).



Опыт UPB Engineering: Tekla Structures как основной рабочий инструмент

UPB Engineering — белорусское дочернее предприятие международного холдинга UPB. География заказов и ожидания заказчиков требует от конструкторов постоянной опоры на BIM-решения. Как именно компания использует Tekla Structures в своей работе и какие преимущества получает — в этом обзоре.

UPB Engineering Experience: Tekla Structures as the Main Working Tool

UPB Engineering is a Belarusian subsidiary of UPB International Holding. The geography of orders and customer expectations require designers to constantly rely on BIM solutions. How exactly the company uses Tekla Structures in its work and what advantages it gets — in this review.

О компании

UPB Engineering — проектное бюро, находится в г. Минске и занимается проектированием раздела «конструктивные решения» объектов жилого и общественного назначения. Материнская компания, **международный холдинг UPB**, существует уже 29 лет. На сегодняшний день это один из ведущих индустриальных концернов Латвии.

Основные области деятельности холдинга — проектирование, производство и монтаж строительных конструкций, сервис и торговля. Холдинг объединяет более 40 компаний и производств. Более 1800 сотрудников, в том числе более 200 инженеров, работают в холдинге UPB. Основные рынки для холдинга UPB — страны Скандинавии и Балтии; годовой оборот компании в 2019 г. составил более 200 млн евро.

BIM-технологии в работе холдинга

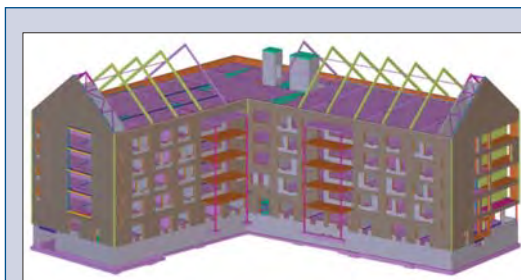
Для автоматизации строительных процессов и внедрения BIM-технологий в рамках холдинга создано отдельное подразделение **Alto 4.0**. Оно занимается как разработкой собственных IT-решений для строительства, так и внедрением и кастомизацией готовых продуктов, например программного комплекса Tekla Structures. Сервисы и компоненты, разработанные Alto 4.0, доступны в **Tekla Warehouse**.

Внедрение Tekla Structures в работу холдинга началось в 2012 г. Сейчас это основная рабочая программа в компании: есть корпоративный стандарт обучения новых сотрудников, наборы видеуроков, обучающих материалов и методички. Одновременно сотрудники изучают какие-то аспекты самостоятельно, например Open API. В холдинге существует отдел развития, где специалисты по различным направлениям (металл, фасадные конструкции, бетон и пр.) разрабатывают для своих подразделений пользовательские компоненты, плагины и приложения для Tekla Structures.

Активное применение BIM-технологий объясняется в том числе локальными особенностями. UPB работает со скандинавскими заказчиками, где стандарты строительства требуют

наличия информационных моделей по каждому объекту. По окончании работ модель со всеми актуальными изменениями передается заказчику, а от него — эксплуатирующей организации по объекту. Для проектного бюро UPB Engineering Tekla Structures — **это основная рабочая программа**, с которой знакома вся команда (23 человека).

О проекте



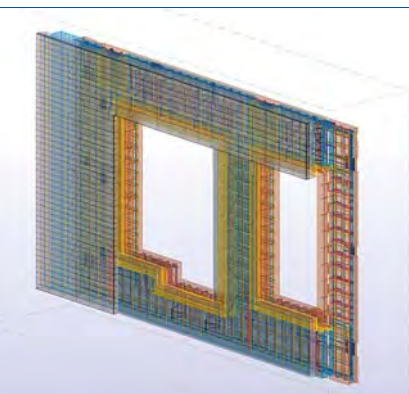
О проекте в цифрах

- Пустотные плиты перекрытий 6765 м²
- Металлоконструкции 65 т
- Рабочая группа пять человек
- Сроки выполнения проекта 11 месяцев

В проекте **«Магнолия»** применялись все типы конструкций: сборные железобетонные, металлоконструкции и фасадные решения. Подразделения UPB отвечали за проектирование, производство элементов и монтаж на объекте. Здание возводилось в одном из спальных районов Стокгольма — это пятиэтажный пансионат для пожилых людей с общежитием для волонтеров на первом этаже, общей площадью 85 тыс. м².

Технические особенности и вызовы проекта

Несмотря на скромные размеры здания, при его возведении использовался практически весь спектр железобетонных конструкций, производимых холдингом UPB. Рамный стеновой каркас изготовлен из сборных железобетонных элементов заводского изготовления, сварных металлических балок и композитных колонн. Архитектурный проект предполагал облицовку красным кирпичом — жилые районы Стокгольма застроены преимущественно кирпичными зданиями. Моделирование и изготовление многослойных сэндвич-панелей для имитации кирпичного фасада стало главным вызовом для проектировщиков и производства. Некоторые трудности также представляли спиральные лестницы с криволинейными очертаниями нижней поверхности.



Ход работ

Изначальный архитектурный облик здания был выбран на стадии тендера. Вместе с чертежами в форматах .PDF и .DWG конструкторы получили от смежных отделов модель в формате .IFC. Эту модель использовали как подложку (reference model) для подготовки конструктивной модели в Tekla Structures. Уровень детализации конструктивной модели (LOD 400) позволил использовать ее для подготовки расчетной модели (расчетный комплекс RFEM-5), рабочей документации и подсчета объемов материалов конструкций.

Параллельно с чертежами на производство передавалась пространственная IFC-модель (экспорт из Tekla Structures), которая помогала разобраться со сложными нюансами геометрии и армирования, а также осуществить приемку и контроль качества готовых элементов.

Готовые детали доставлялись в Стокгольм авто- и морским транспортом, монтаж производился с колес, без использования складов при объекте.

Организация взаимодействия с заказчиком

Генподрядчик проекта – шведская компания Constrera AB. Связь поддерживалась по электронной почте, раз в месяц конструкторы встречались в Стокгольме (вместе с проектировщиками смежных разделов), при необходимости проводили онлайн-совещания. Вся необходимая информация и документация предоставлялась в формате .PDF (основной формат), .DWG и .IFC.



Численность занятых в проекте инженеров варьировалась на разных этапах, но не превышала пяти человек. Общая продолжительность проектирования – 11 месяцев. Производство и монтаж конструкций были запущены параллельно с проектированием.

Применение Tekla

Поскольку Tekla Structures – основной BIM-инструмент в UPB, он уже был настроен под стандарты и потребности компании. Какие функции и возможности Tekla Structures помогли при работе над объектом?

Tekla Hole Reservation Manager для корректной передачи габаритов и назначения отверстий. Подрядчики по инженерным сетям сразу наносили отверстия в своем программном продукте, при экспорте IFC-файла в Tekla Structures эта информация не терялась, все изменения можно отследить в модели.

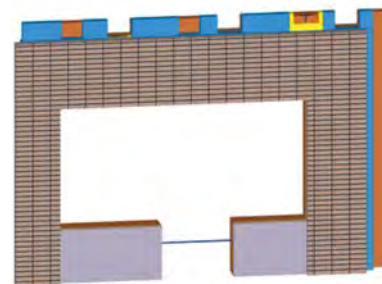
Декоративный кирпичный слой был смоделирован с помощью функции **Tekla Surface**. Заказчик хотел увидеть полноценный кирпичный фасад без видимых стыков и швов. Холдинг первый раз работал с такой кирпичной облицовкой, поэтому обкатывали и технологию построения модели, и технологию производства. Каждая панель нетиповая, под нее выполнялась отдельная модель.

Раскладка арматуры также выполнена инструментами Tekla Structures. Благодаря накопленному опыту сформированы примерные нормы: один человек в среднем делает в день восемь стен (раскладка арматуры/рабочие чертежи).

Закладные детали для соединения по несущему слою смоделированы самостоятельно с помощью функции «создание пользовательского компонента». UPB располагает линейкой из 19 сертифицированных деталей, и перечень постоянно расширяется. Для создания чертежей КЖИ и монтажных схем использовали только инструменты Tekla Structures.

Для передачи смежникам все чертежи печатаются в PDF и параллельно с помощью специальных плагинов экспортируются в пространственную IFC-модель.

Для передачи другим подразделениям холдинга (производственным, логистам, монтажникам) модель из Tekla Structures экспортируется во внутреннюю среду холдинга UPB – S-Систему. На основании модели смежники составляют спецификации на закупки материалов, расписание поставок и монтажа, ведут финансовую отчетность.



Использование Tekla Structures в сочетании с другими программами и пользовательскими компонентами позволило UPB Engineering и другим подразделениям холдинга:

- сократить сроки разработки модели благодаря использованию в качестве подложки архитектурной модели;
- произвести и поставить на объект нестандартные детали;
- уменьшить долю ручного труда на производстве, улучшив показатели скорости и качества армирования;
- оптимизировать сроки строительства, запустить монтаж параллельно с разработкой проекта;
- реализовать концепцию экологичности и функциональности, заложенную заказчиком в проект;
- полностью соответствовать стандартам страны-заказчика в области BIM-технологий.

Проект UPB Engineering стал победителем локального этапа конкурса Tekla BIM Awards Russia & CIS 2020 в номинации «Лучший объект социального назначения».

www.tekla.com/ru/жби



Концепции технологических линий Sommer и SAA по индивидуальным требованиям заказчика по всему миру

Более 20 лет сотрудничества между компаниями Sommer Anlagentechnik GmbH и RIB SAA Software Engineering GmbH в кооперации с другими поставщиками CAD-систем, бетоносмесительного оборудования, линий по переработке арматуры и т.д. доказало, что использование инновационных разработок и ноу-хау высококвалифицированных специалистов дает неоспоримые преимущества интернациональным заказчикам.

Sommer and SAA Process Line Concepts for Individual Customer Requirements Worldwide

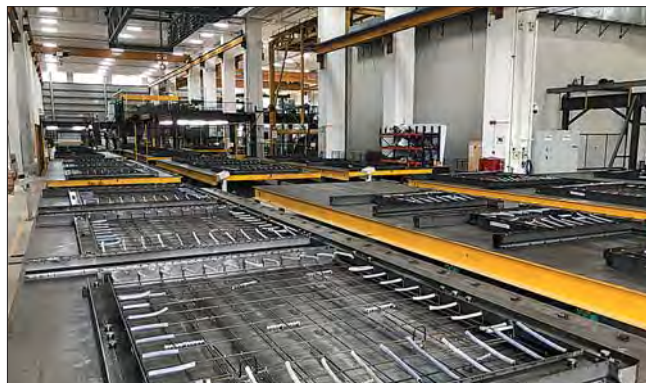
Over 20 years of cooperation between Sommer Anlagentechnik GmbH and RIB SAA Software Engineering GmbH in cooperation with other experienced suppliers of CAD systems, concrete mixing equipment, rebar processing lines, etc. proved that the use of the know-how of several specialists gives undeniable advantages to international customers.

Технология, отвечающая конкретным требованиям, обеспечивающая наиболее гибкое и экономичное решение для клиента является лучшей. Ниже представлены инновационные концепции оборудования, реализованные Sommer и RIB SAA Software Engineering GmbH по всему миру.



Stubbe's (Канада). Жилищное и промышленное строительство
Трехслойные и полнотелые стены. Преднапряженные перекрытия и стеновые элементы

Линия циркуляции паллет с 60 паллетами 14×4,5 м, опалубочный робот с системой модульной опалубки, 2 бетоноукладчика, паллеты с преднапряжением, автоматизированная система вывоза, производительность до 100 м² в час



Soilbuild (Сингапур). Жилищное и промышленное строительство
Полнотелые перекрытия и стены, трехслойные наружные стены
Высокая производительность на минимальной площади. Концепция на трех уровнях, опалубочные роботы и роботы для магазина опалубки. Автоматизированные склады. Производительность линии до 120 м² в час



Newton (Канада) Goldbeck (Германия).

Парковочные системы. Промышленное строительство
Линия циркуляции паллет с центральной транспортной линией и гибкими рабочими постами, чтобы обеспечить различное время обработки сложных элементов на постах. Производительность линии около 50 м² в час. Система вывоза на склад с кассетами



Lechner (Германия) VI Group (Казakhstan).

Объемные модули для жилищного и промышленного строительства
Объемные модули с переменными размерами. Вертикальное или горизонтальное изготовление модулей. Транспортная система для отделки и склада. До трех модулей могут быть изготовлены в смену в одной опалубке



SCG (Китай).

Специальные продукты для жилищного строительства

Производственная линия на стационарных стендах с машинной чистки и смазки, автоматическим бетоноукладчиком, с подвижной станцией уплотнения и кантования, подвижными системами рабочих мест, адресной подачей бетона

На всех линиях модульно собранные компоненты машин Sommer адаптированы к соответствующим спецификациям. Проверенные решения настраиваются на различные задачи и услуги. Как правило, местные компоненты способствуют экономическому решению. Sommer берет на себя ответственность за услуги, определенные клиентом.



ПИК Индустрия (Россия).

Жилищное и гражданское строительство

Три линии циркуляции паллет и два стендовых производства. Один из самых крупных заводов ЖБИ в мире



МВЕ (Германия).

Жилищное строительство

Модернизация линии с кооперирующими опалубочно-распалубочными роботами для повышения производительности на ограниченной территории

Система управления iTWO Smart Production Suite.

Наилучшее решение различных требований заказчика

Как показывают представленные концепции технологических решений, требования к гибкости современных производственных линий на основе цифровой модели для производства сборных бетонных элементов возрастают.

Ключевую роль в этом играет система управления iTWO MES, которая выступает в качестве схемы потока данных между планированием и машинами. Оптимальное заполнение форм, поддонов или дорожек определяет продуктивность линии. Задания, выпущенные в ходе планирования, сначала проверяются, соответствуют ли они производственным условиям конкретной линии. Таким образом, ошибки в конструкции могут быть обнаружены на ранней стадии, прежде чем на заводе произойдет остановка. При планировании производства часто отображаются эмпирические правила оптимизации расхода продукции перед отправкой данных на машины.

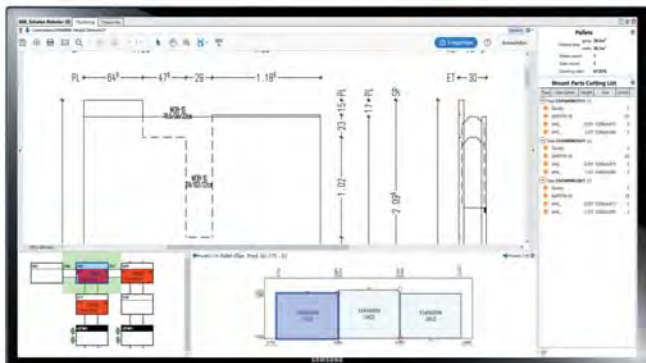
Рабочие планы привязывают к производственным столам в зависимости от типа изделия, где определены необходимые для этого этапы работы и



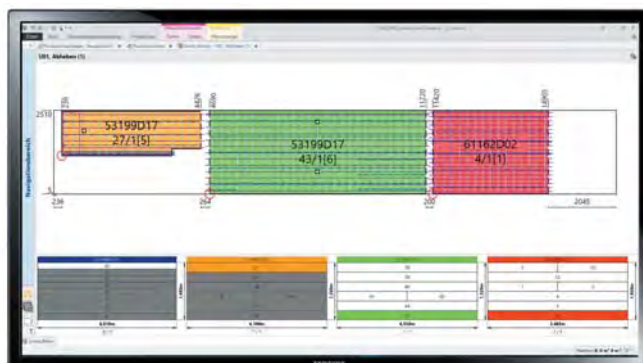
Портфолио RIB-SAA – планирование мощностей, планирование производства, управление, хранение и доставка

возможные производственные посты. Это приводит с одной стороны к логичному управлению оборудованием через MES, с другой стороны к рациональной организации работы на рабочих местах – правильная фильтрация списков материалов; отображение, соответствующее производственным чертежам; предоставление инструкции по монтажу; фиксация рабочего времени и сравнение со стандартными показателями.

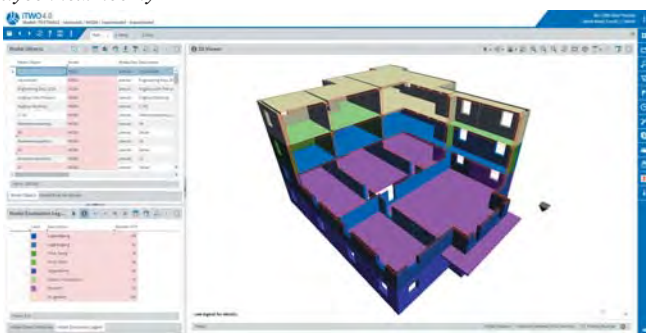
Сенсорные экраны Smart Stations



Smart станция. Подробные планы для закладных деталей на опалубочном посту



Отображение смарт-станции. Цвета показывают принадлежность элементов и штабеля поставки



Представление цветовой модели с информацией о статусе готовых деталей



Экран планирования для всех видов ресурсов (бригады, машины, производственное оборудование)

Так называемые Smart Stations – большие сенсорные экраны – позволяют легко и ясно взаимодействовать оператору с системой. Если работа завершена, то система управления занимается переходом поддона на следующий пост и позволяет оператору выполнить предварительный просмотр следующего. Например, подготовить материал во время транспортировки.

Это дает возможность эффективно производить различную продукцию в индивидуально изготовленном оборудовании.

Однако значительный вклад вносит и система многофункционального опалубочного робота MFSR (Multi Function Shuttering Robot), где управление и оптимизация опалубки и комплектующих осуществляется в соответствии с новыми продуктами. С помощью распалубочных и складских роботов создается высокопроизводительная ячейка для самых высоких требований к производительности. Все данные MES, естественно, доставляет в надстроенную систему iTWO PPS, где состояния производства, качества и доставки визуализируются в цифровой модели и отслеживаются.

Там же осуществляется планирование техническим бюро, планирование мощностей производственного предприятия, а также планирование поставок и монтажа. Смартфоны APPs помогают организации строительной площадки и обратной связи о производительности так же, как и управле-



Обзор загрузки

ние готовым складом и поддержка доставки. Для автоматических складских решений, как показано в проекте в Дальневосточной Азии, система управления складом iTWO MES формирует блок управления между оптимизированной системой складирования и автоматическими устройствами размещения в ячейках или складскими кранами.



RIB SAA Software Engineering GmbH
T: +43 (1) 641 42 47-0
E: office@saa.at
I: www.rib-saa.com



SOMMER Anlagentechnik GmbH
Benzstrasse 1 - 84051 Altheim / Германия
tel: +49 / (0)8703 / 9891-0
fax: +49 / (0)8703 / 9891-25
Sommer Ltd Poccия
tel: +7 966 140 43 30
info@sommer-precast.de
www.sommer-precast.de

УДК 69.056.53

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-29-35>

В.А. ШЕМБАКОВ, управляющий ГК «РЕКОН-СМК», генеральный директор ЗАО «Рекон»,
заслуженный строитель РФ, руководитель авторского коллектива по развитию
и внедрению технологии СМК (zao.rekon@mail.ru)
ЗАО «Рекон» (428003, г. Чебоксары, Дорожный пр., 20а)

Инновационная технология строительства с высокой заводской готовностью из Чувашской Республики

Представлена технология, полностью отвечающая современным требованиям рынка в Российской Федерации, – стендовая технология сборно-монолитного каркаса и крупнопанельного домостроения с применением плит перекрытий с преднапряжением до 8 м, как сплошного, так и кессонного исполнения на универсальных стендах. Эта технология, объединившая лучшие решения сборного, монолитного, панельного, кирпичного видов строительства, достойно конкурирует с новейшими западными разработками. Преимущества предлагаемой технологии следующие: высокая заводская готовность и качество, универсальность и архитектурная выразительность строительных конструкций (97% каркаса), здание сборное; экономия энергии – расход в три раза меньше по сравнению с существующими технологиями производства ЖБИ; экономия материалов (в 1,5 раза меньше, чем при монолитном и панельном домостроении); высокая скорость строительства (до 5 тыс. м² сборно-монолитного каркаса в месяц под одним башенным краном; меньший вес несущих конструкций по сравнению с другими конструкциями (0,146 м³ сборного ЖБИ на 1 м² общей площади здания) и, как следствие, снижение расходов на фундаменты и использование на стройплощадках механизмов с меньшей грузоподъемностью; надежная сборка без сварки; полезная площадь – более 80% от общей площади; свободные планировочные решения; быстрая переналадка оборудования под выпуск необходимой для рынка продукции в данный момент времени. Стендовая технология сборно-монолитного каркаса и крупнопанельного домостроения с применением плит перекрытий с преднапряжением до 8 м является примером реализации межотраслевой кооперации промышленности строительных материалов и машиностроения на базе российских научных разработок и адаптированных современных зарубежных технологий.

Ключевые слова: инновации, технология строительства с высокой заводской готовностью, модернизация крупнопанельного домостроения и заводов стройиндустрии, индустриальное домостроение, сборно-монолитный каркас, энергоэффективность, скорость строительства.

Для цитирования: Шембаков В.А. Инновационная технология строительства с высокой заводской готовностью из Чувашской Республики // *Жилищное строительство*. 2020. № 10. С. 29–35.
DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-29-35>

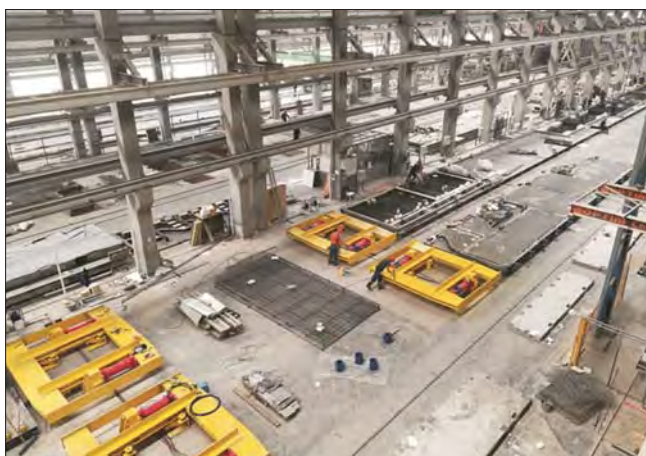
V.A. SHEMBAKOV, Head of GK “REKON-SMK”, General Director of ZAO “Rekon”, RF Honored Builder,
Head of the Author’s Team for the development and implementation of SMK technology (zao.rekon@mail.ru)
ZAO “Rekon” (20a Dorozhny Proezd, Cheboksary, 428003, Chuvash Republic, Russian Federation)

Innovative Construction Technology with High Factory Readiness from the Chuvash Republic

The technology that fully meets the modern requirements of the market in the Russian Federation is presented – stand technology of precast-monolithic frame and large-panel housing construction with the use of floor slabs with pre-stressing up to 8 m, both solid and caisson versions on universal stands. This technology, which combines the best solutions of prefabricated, monolithic, panel, brick and other construction technologies, competes with the latest Western developments. The advantages of the proposed technology are as follows: high factory readiness and quality, versatility and architectural expressiveness of building structures (97% of the frame), precast building; energy savings – consumption is three times less compared to existing technologies for the production of reinforced concrete products; material savings (1.5 times less than for monolithic and panel housing construction); high speed of construction (up to 5 ths. m² of prefabricated monolithic frame per month for one tower crane; lower weight of bearing structures compared to other structures (0.146 m³ of precast concrete per 1 m² of the total area of the building) and, as a result, lower costs for foundations and the use of mechanisms with a lower load capacity on construction sites; reliable erection without welding; usable area – more than 80% of the total area; free planning solutions; quick adjustment of equipment for the production of products necessary for the market at a given time. The bench technology of precast-monolithic frame and large-panel housing construction with the use of floor slabs with pre-stressing up to 8 m is an example of the implementation of inter-industry cooperation in the construction materials and mechanical engineering industry based on Russian scientific developments and adapted modern foreign technologies.

Keywords: innovations, construction technology with high factory readiness, modernization of large-panel housing construction and construction industry plants, industrial housing construction, prefabricated monolithic frame, energy efficiency, construction speed.

For citation: Shembakov V.A. Innovative construction technology with high factory readiness from the Chuvash Republic. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 10, pp. 29–35. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-29-35>



Технологическое перевооружение с монтажом универсальных стендов ЗАО «Рекон» по выпуску преднапряженных и ненапряженных плит перекрытий и внутренних стен для 18–25-этажных жилых домов ГПД со встроенным 1-м этажом. ГК «ПИК-Индустрия». 2019 г. Наро-Фоминск, Московская обл.

Technological re-equipment with the installation of universal stands of CJSC «Rekon» for the production of pre-stressed and non-stressed floor slabs and internal walls for 18–25-storey residential buildings with a built-in 1st floor. «PIK-Industria» Group of Companies. 2019. NaroFominsk, Moscow Region

Успешно развивающийся строительный рынок обладает значительной силой, способной дать импульс росту экономики. В современных экономических условиях необходимо применять те строительные технологии, которые позволяют строить с меньшими затратами и качественно на многие десятилетия.

Технологией, полностью отвечающей требованиям рынка, является российская стендовая технология сборно-монолитного каркаса и крупнопанельного домостроения с применением плит перекрытий с преднапряжением до 8 м, как сплошного, так и кессонного исполнения на универсальных стендах (СМК).



Массовая застройка жилыми домами с преднапряженными плитами перекрытий, изготовленными на универсальных стендах ЗАО «Рекон». 2018 г. ООО «НСС» (г. Обнинск) и ГК «ПИК» (г. Москва)

Mass construction of residential buildings with pre-stressed floor slabs made on universal stands of ZAO «Rekon». 2018. ООО «NSS» (Obninsk) and PIK Group (Moscow).



Изготовление на универсальном стенде ЗАО «Рекон» внутренних стен и преднапряженной плиты перекрытия для строительства 18–25-этажных жилых зданий. ГК «ПИК-Индустрия». 2019. г. Обнинск, Калужская обл.

Production of internal walls and pre-stressed floor slab for the construction of 18–25-storey residential buildings at the universal stand of ZAO «Rekon». «PIK-Industry» Group of Companies. 2019. Obninsk, Kaluga Region.

За 25 лет Группа компаний «Рекон-СМК» численностью 400 человек самостоятельно разработала и запустила в эксплуатацию более 100 заводов по производству сборно-монолитных конструкций мощностью от 50 до 200 тыс. м² жилья в год в городах Москва, Санкт-Петербург, Чебоксары, Саранск, Пенза, Оренбург, Нефтекамск, Новоуральск, Екатеринбург, Советский (ХМАО), Новосибирск, Красноярск, Иркутск, Мирный (Республика Саха (Якутия)), Магадан и др.

За период 2013–2015 гг. без получения государственной поддержки экспорта ГК «Рекон-СМК» изготовлено и поставлено шесть заводов в Республику Казахстан – города Астана, Уральск, Атырау, Кара-



Строительство торгово-развлекательного центра (129 тыс. м²) с применением сборно-монолитного каркаса с пустотным настилом с шагом колонн 15×6. г. Чебоксары. Срок строительства 5 мес.

Construction of a shopping and entertainment center using a prefabricated monolithic frame with hollow flooring with a column pitch of 15×6. Cheboksary, 129 thousand m². Construction period – 5 months

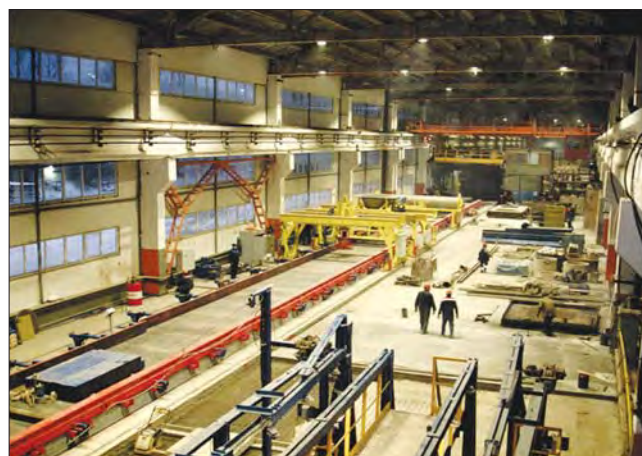
ганда; в Республику Беларусь – г. Хойники; на Украину – г. Черновцы.

В 2018–2020 гг. было осуществлено техническое перевооружение без остановки производства трех заводов Группы компаний «ПИК» в городах Обнинске, Алексине, Наро-Фоминске по установке 13 универсальных стенов 40×60, 40×90 м по выпуску преднапряженных и ненапряженных изделий КПД: внутренние стены («ВС»), плиты перекрытий (П) и наружные стены («НС») для строительства 9-, 18- и 25-этажных домов в Москве и Московской области [1–2].

Переоборудование позволило строить 18- и 25-этажные дома от ГК «ПИК» с широким шагом и лучшей экономикой. Сейчас ГК «ПИК» производит преднапряженные панели КПД с увеличенным шагом до 8 м на этом оборудовании, что позволяет существенно улучшить интерьер панельных домов и встроенные первые этажи, а это дает возможность строительным организациям быть более конкурентоспособными в современных рыночных условиях.

Универсальность стенов также позволит без больших вложений в дальнейшем осваивать и новые технологии. Подтверждением этого является то, что ОАО «ЖБК-9» (г. Чебоксары), имеющее восемь универсальных КПД стенов, в течение одного года освоило выпуск четырех 25-этажных домов в г. Чебоксары без больших затрат на дооснащение [3–6].

Основной принцип российской технологии – это монтаж каркаса бессварного соединения из изготовленных на заводе сборных колонн, преднапряженных сборно-монолитных ригелей и пустотных плит. Также



Техническое перевооружение и реабилитация действующего ДСК без остановки производства. Универсальный стенд с отдвижными и откидными бортами, с затирочной машиной, вибробетонотрамбовкой, размотчиком термобетонной пленки и др. ООО «Киришский ДСК». 2020 г. Кириши, Ленинградская обл.

Technical re-equipment and rehabilitation of the existing DSK without stopping production. Universal stand with sliding and folding sides, with a grout machine, vibro-concrete paver, thermal cover unwinder, etc. ООО «Kirishsky DSK». 2020. Kirishi, Leningrad Region.

на универсальном стенде после переналадки можно выпускать дорожные плиты, сваи, балконные плиты, наружные стеновые плиты «НС» и другие конструкции КПД.

Производство элементов сборно-монолитного каркаса отличается от существующих производств – конвейерных, постовых, поточно-агрегатных и др. в подготовке формы, ее армировании, оснащении, укладке бетона, пропарке и наборе прочности, отгрузке продукции и возврате на новый цикл. Все процессы в существующих технологиях осуществляются



Строительство жилых домов с применением сборно-монолитного каркаса с пустотным настилом и трехслойной несущей стеной, изготовленными на универсальных стендах ЗАО «Рекон». Сейсмостойчивость 9 баллов. 2020 г. Магадан. СК «Заря» (Москва)

Construction of residential buildings using a prefabricated monolithic frame with hollow flooring and a three-layer bearing wall, made on universal stands of ZAO «Rekon». Seismic stability - 9 points. 2020. Magadan. SK «Zarya» (Moscow)



Мини-ДСК мощностью 15–20 тыс. м² общей площади каркаса зданий в год в составе БСУ, адресная подача, вибробетоноукладчик, универсальный стенд с сердечниками со встроенными магнитами, размотчик чехла с термопокрывалом. ЗАО «Рекон», г. Чебоксары. Срок исполнения 1,5 мес

Mini-DSK with a capacity of 15–20 thousand m² of the total area of the building frame per year as part of the BSU, address feed, vibro-concrete paver, universal stand with cores with built-in magnets, cover unwinder with thermal cover. ZAO «Rekon», Cheboksary. The execution period is 1.5 months.



Массовая застройка 25-этажными жилыми домами с применением сборно-монолитного каркаса с пустотным настилом, г. Казань
Mass development of twenty-five-story residential buildings using prefabricated monolithic frame with hollow flooring, Kazan

на отдельных специализированных постах, формы или паллеты движутся от поста к посту.

В основе технологии СМК – универсальные стенды, выпускаемые на ЗАО «Рекон» в г. Чебоксары (Чувашская Республика), входящем в ГК «Рекон-СМК». Все операции последовательно выполняются на стенде в автоматизированном цикле с укладкой бетонной массы, с закрытием термопокрывалом и автоматическим режимом прогрева. Бетон, уложенный в форму, не передвигается ни по горизонтали, ни по вертикали, тем самым обеспечиваются благоприятные условия для гидратации цементного камня, в изделии не образуются во время процесса волосяные, наружные и внутренние трещины, так как создаются условия для получения высокопрочных несущих конструкций.

Качество выпускаемых конструкций – главный критерий технологии СМК.

Технология СМК позволяет собирать каркасы с большими (до 15 м) пролетами между колоннами, что предоставляет широкие возможности архитекторам, проектировщикам и заказчикам в принятии любого объемно-планировочного решения. Индивидуальный расчет сечений несущих элементов в зависимости от их месторасположения в каркасе обуславливает малый расход металла при производстве ЖБИ и соответственно уменьшает стоимость 1 м² здания.

Преимущества технологии СМК позволяют в конечном итоге снизить себестоимость жилья. Четырехслойные «НС» высокой заводской готовности позволяют обеспечить теплозащитные свойства наружной стены, звукоизоляцию, высокую архитектурную выразительность, отсутствие явлений остаточной влаги. Данная конструкция наружной стены изготавливается на универсальном стенде, где формируются элементы сборно-монолитного каркаса. Отличие от других технологий в том, что свежеложенный бетон никуда не передвигается до полной гидратации цементного камня, обеспечивая тем самым высокую плотность и качество бетонной поверхности фасада и тела бетона. Возможны различные способы художественного оформления наружных стеновых панелей: облицовка из каменной крошки или керамики, архитектурный бетон, покраска и др. [7–16].

В последнее время в г. Хойники (Республика Беларусь) и г. Кириши (Ленинградская обл.) АО «ЛенРусСтрой» был осуществлен запуск двух автоматизированных линий на основе универсальных стендов (4×90 м) с автоматической вибрацией на плоскость поддонов, автоматическим открывателем и отдвижными бортами, с вибробетоноукладчиком, затирочной машиной, размотчиком с термопокрывалом и адресной подачей бетона по выпуску одно- и четырехслойных «НС», «ВС», плит перекрытий КПД и другой продукции из железобетона. Это позволяет выпускать качественные изделия с высокой производительностью.

Еще одно преимущество технологии сборно-монолитного домостроения – ее применение в сейсмически активных районах (до 10 баллов). Сейсмоустойчивость каркаса обеспечивается соединительным узлом «колонна – преднапряженный ригель – пустотный настил» по типу кессонного перекрытия, т. е. колонна заводского изготовления находится в жесткой железобетонной обойме и имеет стыковое соединение в самом перекрытии.

Пространственная жесткость каркаса обеспечивается жесткими узлами сопряжения колонн и ригелей. Узлы сопряжения элементов каркаса (колонн, ригелей, плит перекрытий) для обеспечения про-

странственной жесткости здания соединяются между собой в единый узел в уровне перекрытия, работающий в горизонтальной плоскости. Жесткость узлов каркаса обеспечивается пропуском горизонтальных арматурных стержней через тело колонны с последующим омоноличиванием. Узел соединения (колонна – ригель – плита) является монолитным – сопряжение сборных элементов каркаса осуществляется путем омоноличивания узлов. Таким образом, весь каркас собирается без применения сварных стыков, что является отличительной особенностью данного каркаса.

Поскольку наружные и внутренние стены здания не являются несущими, а только ограждающими, это позволяет применять для их изготовления любые облегченные строительные материалы, соответствующие СНиП по теплотехнике и современным архитектурно-планировочным решениям.

Группа компаний «Рекон-СМК» занимается внедрением технологии сборно-монолитного каркаса в Российской Федерации и странах СНГ.

Процесс внедрения технологии включает:

- поставку изготовленной на заводе ГК «Рекон-СМК» универсальной технологической линии по производству конструкций сборно-монолитного каркаса;
- проект с сейсмоустойчивостью (до 10 баллов) и высокой энергоэффективностью и энергосбережением;
- строительство по данному проекту объекта с одновременным обучением местных проектных и строительных организаций способам проектирования и строительства по данной технологии.

Специалистами ГК «Рекон-СМК» разработано уникальное, особенно для малых городов и малого и среднего строительного бизнеса, предложение – это оборудование для малогабаритного завода (720 м²) мощностью 15 тыс. м² общей площади по выпуску полной номенклатуры железобетонных конструкций. «Мини-производство», используя только отечественное оборудование, способно выпускать сборные железобетонные изделия из предварительно напряженного или ненапряженного железобетона: колонны, ригели, балки до 15 м, дорожные плиты, сваи, балконные плиты, наружные стеновые плиты «НС» для



Строительство школы с бассейном на 1 тыс. учащихся выполнено с применением сборно-монолитного каркаса с пустотным настилом. Монтаж каркаса здания школы выполнен ООО «Рекон – Развитие» в течение двух месяцев 2018 г. Генподрядчик ООО «Кировспецмонтаж», 2019, г. Киров

The construction of a school for 1000 schoolboys with a swimming pool carried out using a prefabricated monolithic frame with a hollow flooring. The frame of the school building was installed by “Rekon – Razvitiye” within two months of 2018. General contractor – ООО “Kirovspetsmontazh”, 2019. Kirov

строительства промышленных и жилых зданий, социальных объектов с применением сборно-монолитного каркаса.

Численность обслуживающего персонала не более десяти человек. Срок изготовления оборудования – два месяца. Минимальная площадь цеха – 720 м² (12×60). Потребляемая мощность электроэнергии – до 150 кВтч. Ориентировочная стоимость полного комплекта оборудования составляет от 40 млн р.

Также специалисты ГК «Рекон-СМК» проводят обучение по изготовлению заводской продукции, проектированию объектов и строительству с применением сборно-монолитного каркаса бессварного соединения. Импортный аналог (Финляндия, Испания) в несколько раз превышает стоимость отечественного оборудования и его обслуживания.

Возможно увеличение мощности «мини-производства» в 2–3 раза при наличии рынка сбыта готовой продукции путем установки дополнительно

	РЕКОН - СМК ГРУППА КОМПАНИЙ ПРОЕКТ-ЗАВОД-СТРОЙКА-ПАТЕНТ		ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО РЕКОН ЧЕБОКСАРЫ
WWW.REKON-SMK.RU		WWW.REKON-TECH.RU	
ЗАО «РЕКОН»			
428003, г. Чебоксары, Дорожный пр., 20а		zao.rekon@mail.ru +7 (8352) 64-72-59	



Строительство дороги по технологии СМК индустриальным способом

Road construction using QMS technology in an industrial way

второго, третьего стенда стоимостью до 5 млн р. в существующих производственных площадях. Данное направление выгодно также строительным компаниям, выполняющим сегодня строительную программу от 15 до 50 тыс. м² ввода объектов в год, с целью существенно снизить себестоимость строительства, так как собственное производство строительных конструкций обеспечит существенное снижение расходов при возведении объектов.

Новым и одним из самых значимых для России направлением использования элементов технологии СМК может стать применение этой технологии в строительстве автодорог, мостов, эстакад, трамвайных

путей [3–7]. По заключению Московского автомобильного института (МАДИ) и Института материаловедения и эффективных технологий (ИМЭТ) г. Москвы, технология СМК, предлагаемая ГК «Рекон-СМК», увеличивает срок службы автодорог в три раза и более, чем срок службы автодорог, строящихся по асфальтобетонной технологии (5–7 лет по асфальтобетонной технологии, 20–25 лет по технологии СМК). В связи с этим строительство дорог по технологии СМК индустриальным способом круглогодично ускоренным методом на любом грунте (песок, болото и т. п.) и при значительном сокращении затрат на ремонтные работы будет иметь рентабельность в 5–6 раз выше по сравнению с дорогами, строящимися по асфальтобетонной технологии. Возможности технологии позволяют удвоить объемы дорожного строительства. При этом необходимо переходить на жесткие дорожные одежды в конструкции дорог. Надо использовать опыт скоростного индустриального строительства заводов, в том числе полигонного типа.

Отечественная технология СМК предоставляет огромный спектр возможностей в строительстве жилья, детских дошкольных учреждений, школ, общественных зданий, спортивных сооружений, промышленных и других объектов, а также строительства дорог. Технология СМК способна выполнить главные задачи современного строительства – проектировать и строить быстро, качественно, доступно с обеспечением высоких эксплуатационных и эстетических требований.

Список литературы

1. Шембаков В.А. Актуальная индустриальная технология изготовления ненапряженных и преднапряженных конструкций. Модернизация заводов КПД // *Жилищное строительство*. 2020. № 3. С. 30–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-3-30-35>
2. Николаев С.В. Обновление жилищного фонда страны на базе крупнопанельного домостроения // *Жилищное строительство*. 2018. № 3. С. 3–7.
3. Козелков М.М., Луговой А.В. Анализ основных нормативно-правовых документов в области типового проектирования и строительства // *Вестник НИЦ «Строительство»*. 2017. № 4 (15). С. 134–145.
4. Шембаков В.А. Сборно-монокричное каркасное домостроение. Чебоксары, 2013.
5. Соколов Б.С., Зенин С.А. Анализ нормативной базы проектирования железобетонных конструкций // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10>

References

1. Shembakov V.A. Current industrial technology for manufacturing non-stressed and pre-stressed structures. Modernization of large-panel prefabrication plants. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 3, pp. 30–35. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-3-30-35>
2. Nikolaev S.V. Renovation of housing stock of the country on the basis of large-panel housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 3, pp. 3–7. (In Russian).
3. Kozelkov M.M., Lugovoi A.V. Analysis of the basic regulatory legal documents in the field of designing and construction for recycling. *Vestnik NIC "Stroitel'stvo"*. 2017. No. 4 (15), pp. 134–145. (In Russian).
4. Shembakov V.A. *Sbornno-monolitnoye karkasnoye domostroenie* [Combined and monolithic frame housing construction]. Cheboksary, 2013.
5. Sokolov B.S., Zenin S.A. Analysis of the regulatory base for designing reinforced concrete structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018.

6. Шембаков В.А. Возможности использования российской технологии сборно-монолитного каркаса для строительства в России качественного доступного жилья и дорог // *Строительные материалы*. 2017. № 3. С. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2017-746-3-9-15>
7. Николаев С.В. Инновационная замена КПД на панельно-монолитное домостроение (ПМД) // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>.
8. 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.
9. Манухина О.А., Рыбко В.С., Романов Н.Р. Монолитное строительство: проблемы и перспективы // *Экономика и предпринимательство*. 2018. № 4 (93). С. 15–18.
10. Пилипенко В.М. Индустриальное домостроение в Республике Беларусь на новом качественном уровне // *Жилищное строительство*. 2019. № 3. С. 14–19. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-14-19>
11. 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. Iss. 2, pp. 158–166.
12. Fedorova N.V., Savin S.Yu. Ultimate state evaluating criteria of rc structural systems at loss of stability of bearing element. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2018. 463, pp. 1–7.
13. Павленко Д.В., Шмелев С.Е., Кузнецов Д.В., Сапронов Д.В., Фисенко С.С., Дамрина Н.В. Универсальная система сборного домостроения РБ-Юг – от идеи до воплощения на строительной площадке // *Строительные материалы*. 2019. № 3. С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10>
14. Шапиро Г.И., Зенин С.А., Шарипов Р.Ш., Кудин О.В. Нормирование в крупнопанельном домостроении: новый свод правил по проектированию крупнопанельных конструктивных систем // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 2. С. 10–15.
15. Трищенко И.В., Касторных Л.И., Фоминых Ю.С., Гикало М.А. Оценка эффективности инвестиционного проекта реконструкции предприятий крупнопанельного домостроения // *Жилищное строительство*. 2018. № 10. С. 39–43.
16. Калабин А.В., Куковякин А.Б. Массовая жилая застройка: проблемы и перспективы // *Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. 2017. № 3 (34). С. 55–60.
- No. 3, pp. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10> (In Russian).
6. Shembakov V.A. Possibilities to use the russian technology of precast-monolithic frame for construction of qualitative affordable housing and roads in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 3, pp. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2017-746-3-9-15> (In Russian).
7. Nikolaev S.V. Innovative Replacement of Large-Panel Housing Construction by Panel-Monolithic Housing Construction (PMHC). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10> (In Russian).
8. Lekarev I.N., Sidorov A.G., Moshka I.N. Series of ABD Houses – 9000: Introduction of BIM-Technologies at Modern Production. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 3, pp. 22–24. (In Russian).
9. Manukhina O.A., Rybko V.S., Romanov N.R. Monolithic construction: problems and prospects. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2018. No. 4 (93). (In Russian).
10. Pilipenko V.M. Industrial housing construction in the Republic of Belarus at a new qualitative level. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 3, pp. 14–19. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-14-19> (In Russian).
11. 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. Iss. 2, pp. 158–166. (In Russian).
12. Fedorova N.V., Savin S.Yu. Ultimate state evaluating criteria of rc structural systems at loss of stability of bearing element. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2018, 463, pp. 1–7.
13. Pavlenko D.V., Shmelev S.E., Kuznetsov D.V., Saproinov D.V., Fisenko S.S., Damrina N.V. Universal system of prefabricated housing construction RB-South – from the idea to implementation on the construction site. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2019. No. 3, pp. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10> (In Russian).
14. Shapiro G.I., Zenin S.A., Sharipov R.Sh., Kudinov O.V. Rationing in large-panel housing construction: the new set of rules on design of large-panel constructive systems. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018. No. 2, pp. 10–15. (In Russian).
15. Trishchenko I.V., Kastornykh L.I., Fominykh Yu.S., Gikalov M.A. Evaluation of effectiveness of investment project of reconstruction of large-panel housing construction enterprises. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 10, pp. 39–43. (In Russian).
16. Kalabin A.V., Kukovyakin A.B. Mass housing estate: problems and prospects. *Akademicheskii vestnik UralNIIProekt RAASN*. 2017. No. 3 (34), pp. 55–60. (In Russian).

Schöck Isokorb® — решение для балконов заводского изготовления

Несущий теплоизоляционный элемент Schöck Isokorb® успешно применяется в монолитном строительстве в Российской Федерации. В Европе этот элемент чаще используется в индустриальном строительстве. Для индустриального строительства компания Schöck разработала специальную номенклатуру изделий.

Schöck Isokorb® — Solution for Precast Balconies

The Schöck Isokorb® – heat-insulating load-bearing element is successfully used in monolithic construction in the Russian Federation. In Europe this element is often used in precast concrete construction. For precast concrete construction Schöck has developed a special product range.

Известно, что высокого качества поверхностей можно добиться именно в заводских условиях при индустриальном производстве железобетонных изделий. Экономический эффект достигается за счет того, что с завода на площадку поступает уже полностью готовое изделие, которое впоследствии не требует дополнительных затрат на наружную отделку.

Основная цель девелопера – эффективно, быстро и экономично возводить объекты. Качество, к сожалению, не всегда в приоритете, но к этому необходимо стремиться. Оценивать экономический эффект более правильно на всем жизненном цикле объекта строительства, а не поэлементно и поэтапно. Например, более дорогая, на первый взгляд, консоль заводского изготовления для проекта в целом может оказаться дешевле, так как скорость монтажа выше, оборачиваемость строительных вспомогательных конструкций выше, фасадные и отделоч-

ные работы для высококачественного изделия могут вообще не понадобиться. А монтаж балконного ограждения осуществляется с помощью предустановленных заводских закладных, а не на объекте.

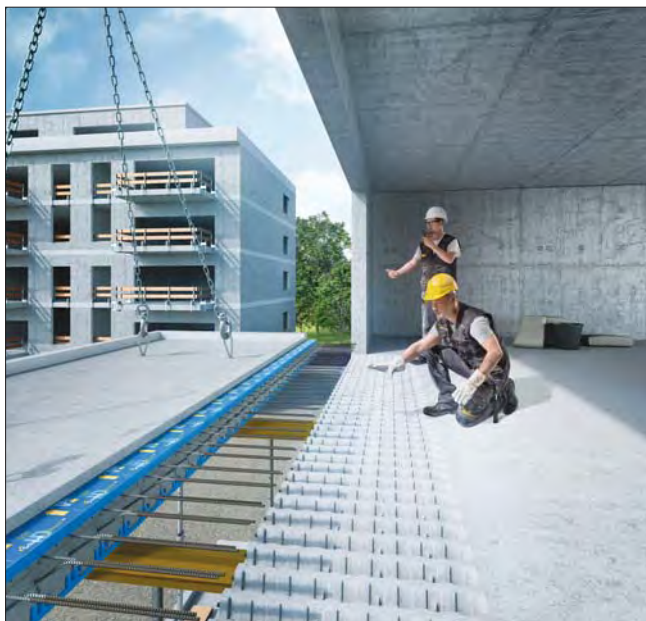
В Schöck разработали новые способы соединения сборных балконов для зданий с монолитным железобетонным каркасом, один из них – Schöck Isokorb® тип K-ID, позволяющий сократить сроки строительства.

Все это достигается с помощью комбинации несущего теплоизоляционного элемента Schöck Isokorb® XT тип K-ID, который устанавливается на заводе ЖБИ и Schöck IDock®. Он закладывается в конструкцию на строительной площадке на этапе возведения железобетонных плит перекрытий. Плиты перекрытия могут также быть сборными, причем производиться могут и на другом заводе, независимо от изготовления балкона (<https://www.youtube.com/watch?v=HP7UEFG5V-8&feature=youtu.be>).

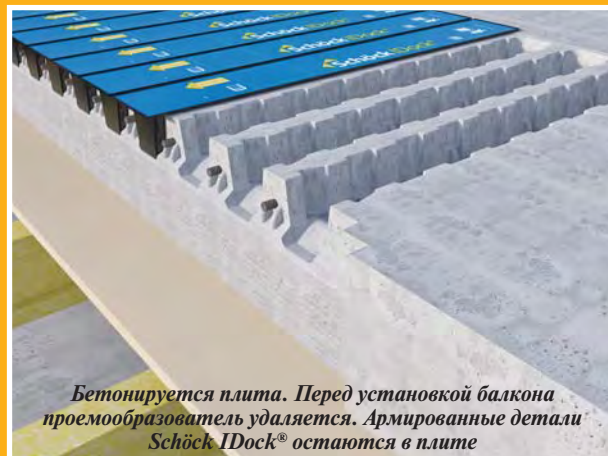
Таким образом, удастся совместить монолитное и панельное домостроение, а заводам КПД увеличить ассортимент продукции и участвовать в проектах более высокого класса.

Известно, что дома панельных серий воспринимаются потребителями как самые дешевые. Этот устоявшийся стереотип не дает в полной мере реализовать современные возможности КПД. Вывод на рынок домостроения продукции с высокими эстетическими характеристиками бетона, которые невозможно реализовать на строительной площадке, позволит переосмыслить возможности и потенциал КПД, диверсифицировать номенклатуру заводов КПД, освоить новые технологии и составы бетонов.

Данная технология позволяет реализовать и декоративные элементы фасадов. Решение проблемы промерзания выступающих конструкций позволит архитекторам не проводить утепление бетонных элементов с помощью изолирующих материалов, а оставлять на фасаде выступающие поверхности в первоначальной бетонной эстетике.



Процесс установки элементов производится в следующей последовательности



В Лондоне был реализован проект с использованием Schöck Isokorb®: две волнистые башни (23 и 24 эт.) с балконами и панорамным остеклением. В зданиях с панорамными окнами и балконами теплоизоляция балконного узла особенно важна. Традиционный метод перфорации плит перекрытия утеплителем в данном случае не решает проблемы мостиков холода и не обеспечивает минимальные требования по теплозащите в узлах при-

мыкания. Подробно этот вопрос освещался в статье (Андрейцева К.С., Молодцов А.Ф., Павлов Н.Г. Температура на внутренней поверхности панорамного остекления в узле примыкания к железобетонной консоли. Жилищное строительство. 2019. № 6. С. 34–38. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-6-34-38>). В данном проекте были использованы сборные балконы из железобетона разных конфигураций (их количество достигало 50 видов различных балконов) для создания эффекта волны. Проектирование балконов с продукцией компании Schöck осуществлялось с помощью 3D-деталей (BIM-моделей).



Schöck

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

info@schoeck.ru
+7 (495) 252-24-42
www.schoeck.ru

УДК 693.95

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-38-47>А.А. ГАСИЕВ^{1,2}, канд. техн. наук (gasiev@bk.ru)¹ ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» (119331, г. Москва, пр. Вернадского, 29)² НИУ МГСУ (129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26)

Современное капитальное объемно-блочное строительство в России на основе универсальной объемно-блочной (модульной) системы с несущим металлическим каркасом

Излагается краткая история развития объемно-блочного строительства в СССР и современной России. Приведена технология капитального объемно-блочного строительства на основе универсальной объемно-блочной (модульной) системы с несущим металлическим каркасом. Показаны основные технические решения зданий, изготовленных по данной технологии. Описаны ограничения по применению технологии возведения зданий с применением объемно-блочной (модульной) системы с несущим металлическим каркасом. Выполнена идентификация данной системы по имеющимся традиционным классификациям подобных домостроительных систем, а также представлена авторская классификация существующих объемно-блочных домостроительных систем. Исследованы конструктивные особенности описываемой системы, приведены проблемы массового внедрения системы объемно-блочного (модульного) домостроения в нашей стране. Описаны возможные пути применения данной системы для реализации государственных программ и при развитии индустриального индивидуального домостроения. Проанализирован положительный опыт строительства зданий по данной технологии в России. Приведены примеры построенных в России объектов различного функционального назначения.

Ключевые слова: объемно-блочное модульное строительство, быстровозводимые капитальные здания, модульное строительство, перспективы развития.

Для цитирования: Гасиев А.А. Современное капитальное объемно-блочное строительство в России на основе универсальной объемно-блочной (модульной) системы с несущим металлическим каркасом // *Жилищное строительство*. 2020. № 10. С. 38–47. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-38-47>

А.А. GASIEV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering) (gasiev@bk.ru)¹ Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation (29, Vernadsky Prospect, Moscow, 119331, Russian Federation)² Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Modern Capital Volume-Block Construction in Russia Based on a Universal Volume-Block (Modular) System with a Load-Bearing Metal Frame

The article presents a brief history of the development of bulk-block construction in the USSR and modern Russia. The technology of capital volume-block construction based on a universal volume-block (modular) system with a load-bearing metal frame is described. The main technical solutions of buildings manufactured using this technology are given. Restrictions on the use of technology for building buildings using a volume-block (modular) system with a load-bearing metal frame are described. The identification of this system according to the existing traditional classifications of such house-building systems is performed, as well as the author's classification of existing volume-block house-building systems is given. The design features of the described system are investigated, and the problems of mass implementation of the system of volume-block (modular) housing construction in our country are presented. Possible ways of development are described, using this system for the implementation of state programs and for the development of industrial individual housing construction. The positive experience of building construction using this technology in Russia is analyzed. Examples of objects built in Russia for various functional purposes are given.

Keywords: bulk-block modular construction, pre-erected capital buildings, modular construction development prospects.

For citation: Gasiev A.A. Modern capital volume-block construction in Russia based on a universal volume-block (modular) system with a load-bearing metal frame. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 10, pp. 38–47. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-38-47>

В настоящее время Минстроем России разработан и представлен к обсуждению проект стратегии развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 г. [1], в котором среди ключевых целей

и приоритетов в сфере жилищного строительства на период до 2030 г. можно выделить:

– создание условий для увеличения объемов жилищного строительства до 120 млн м² в год начиная с 2024 г.;

– комплексную модернизацию производственной базы строительной отрасли с целью обеспечения возможности строительства жилья в соответствии с утвержденными характеристиками «стандартного жилья».

В разделе «Внедрение инноваций» [1] технология префабрицированного модульного строительства выделена как одно из наиболее актуальных для строительной отрасли направлений фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, направленных на рост инновационной активности в ней.

В связи с указанными выше задачами и аспектами стратегии развития строительной отрасли, обозначенными в программном документе, который станет руководством по развитию строительной отрасли на ближайшее десятилетие, хотелось бы немного подробнее описать одну из технологий объемно-блочного (модульного) строительства, которая начала успешно внедряться на территории России в последние пятнадцать лет.

Экскурс в развитие объемно-блочного домостроения: СССР – Россия

Первые идеи отечественного объемно-блочного домостроения можно проследить в опубликованном в 1930 г. произведении В. Хлебникова «Мы и дома», созданном в 1914–1915 гг. [2]. Оно содержало ряд футуристических для того времени идей по созданию жилища, которые получили воплощение лишь спустя полвека после публикации автором.

В 1920–1930 гг. советскими инженерами разрабатываются перспективные проекты возведения жилых зданий из объемных элементов. В [3] приведены сведения о том, что в 1928 г. в дипломном проекте Т. Варенцова «Новый город» в проекте многоэтажного дома типовые жилые ячейки закреплялись в виде консолей к центральному остову-ядру.

В 1930 г. Н.А. Ладовский предложил использовать принципиально новые методы возведения жилища: сделать основным стандартным элементом полностью оборудованную жилую ячейку (кают-кабину) одного или двух стандартных типов [4–5].

На путь индустриализации объемно-блочного домостроения СССР начал выходить в начале 1960-х гг. В это время в разных регионах страны стали появляться специализированные цеха, осваивавшие данную технологию. По объемно-блочной технологии начали возводить опытные объекты различного назначения. Совет Министров СССР 3 февраля 1969 г. принял постановление «О развитии объемно-блочного домостроения», в продолжение данного постановления был принят Приказ Госстроя СССР от 26 февраля 1969 г. № 9 «О развитии объемно-блочного домостроения». Постановлением было предусмотрено строительство крупных заводов объемно-блочного домостроения на территории всей страны. В период 1970–1990 гг. согласно отчетным

материалам в стране было открыто более 400 производств по изготовлению объемных блоков, общая производительность заводов составила более 52 млн м² площади в год. Переход к массовому строительству из объемных элементов заводского изготовления был одним из определяющих факторов, позволивших СССР к середине 1980-х гг. занять лидирующее место в мире по числу строящихся квартир. В настоящее время наиболее крупным реально функционирующим предприятием объемно-блочного домостроения из немногих сохранившихся с советского периода на территории современной России является ЗАО «ОБД» (Краснодар). Среди построенных в современной России практически единственным производством объемно-блочного домостроения с усовершенствованной традиционной технологией изготовления является завод строительной компании «ВЫБОР-ОБД» (Воронеж).

На определенном этапе развития объемно-блочного домостроения применять несущую систему из железобетона стало дорого и невыгодно. В Европе и США, экономика которых регулировалась рыночными механизмами, стали отказываться от изготовления объемных блоков из бетона и начали переходить на системы с деревянным и металлическим каркасом.

Новым этапом истории строительства модульных зданий в России стала программа строительства федеральных высокотехнологичных медицинских центров в рамках национального проекта «Здоровье» Министерства здравоохранения РФ, который стартовал 1 января 2006 г. Для этих нужд в 2009–2010 гг. в г. Череповце (Вологодская обл.) было открыто производство, сопровождавшееся фирмой «Cadolto» (Германия) (<http://www.cadolto.com>). Сохранить производство после завершения государственной программы «Здоровье» не удалось, завод был закрыт. Несмотря на закрытие производства в Череповце, идея развития объемно-блочного модульного строительства не угасла, ее подхватили частные организации, которые начали делать попытки развивать данную систему в рыночных условиях.

На сегодняшний день наиболее современным производством по изготовлению высокотехнологичных модульных зданий на территории России является компания, производящая модульные объекты под брендом SP-MODUL (<http://sp-modul.com>). Данное производство ведется при содействии признанного немецкого производителя модульных зданий компании ADK Modulraum GmbH (<https://www.adk.info>). Такие крупные девелоперские компании, как «ПИК» и «Мортон», в настоящее время активно занимаются развитием собственного модульного производства.

Описание модульной системы

Для начала идентифицируем данную систему исходя из имеющейся устоявшейся строительной тер-

минологии для объемно-блочного строительства, а также с учетом имеющихся в настоящее время разновидностей объемно-блочных систем. Согласно [6] объемные блоки классифицируют по:

– **назначению:** жилое помещение (комната), кухня, санитарно-технический узел, лестница, лифт и лифтовой холл, цокольный этаж, чердачная крыша, прихожая, лоджия, балкон, эркер, коридор, шахта лифта, машинное помещение лифта и др.;

– **размерам:** на комнату, на группу помещений;

– **замкнутости объема:** замкнутые, незамкнутые;

– **форме плана:** прямоугольные, косоугольные, криволинейные;

– **изменяемости формы:** неизменяемые, складывающиеся;

– **степени заводской законченности:** полной готовности, неполной готовности;

– **несущей способности:** несущие, ненесущие;

– **конструктивному решению:** каркасные (с открытым или скрытым каркасом), бескаркасные;

– **условиям опирания:** с точечным опиранием, с линейным опиранием;

– **материалу:** из бетона, из небетонных материалов, смешанные;

– **способу изготовления:** монолитные (цельноформовочные), сборные (составные);

– **конструктивно-технологическому типу:** «коллаж», «стакан», «лежащий стакан», «труба» (условно), «стол», «кольцо».

Подчеркнутым курсивным текстом выделены признаки, относящиеся к описываемой системе. Описанная выше классификация относится к традиционным объемно-блочным системам из железобетона, которые имели массовое распространение в СССР и современной России после 1960-х гг. Признаки данной классификации лишь частично подходят для данной системы.

В [7] предложено классифицировать модульные здания по следующим критериям:

– **модульность:** один блок бытовки; здание из нескольких блок-модулей;

– **материал каркаса:** катаный металл; древесина; холодногнутое оцинкованное профили (ЛСТК – легкие стальные конструкции);

– **мобильность:** стационарные – модули без собственных шасси. К стационарным модулям относятся и бытовки. Деревянные бытовки отличает простота оформления и дешевизна. В случае, если предполагаемый срок использования бытовки превышает три года, целесообразно приобретать металлические контейнеры, имеющие более длительный срок эксплуатации (15–30 лет); передвижные – предназначены для временного проживания и отдыха рабочих и служащих, работающих вахтовым методом и имеющих передвижной характер работы на объектах нефтега-

зового, дорожно-строительного, энергетического комплексов и т. д. Вагон-дома выполняются на металлическом каркасе на базе прицепов или на санях;

– **назначение:** общего назначения – используются для устройства общежитий, инвентарных и бытовых помещений; специальные – отличие специальных модулей от модулей общего назначения заключается в наличии в них предустановленного оборудования, мебели, электрических приборов. Другими словами, специальный модуль изначально предназначен для реализации как-либо функции. Это могут быть, например, офисы, столовые, туалеты, душевые, блок-боксы с оборудованием (котельные, дизельные генераторы, насосные станции и т. п.), лаборатории, медицинские кабинеты и т. п.

По предложению автора условно разделим существующие строительные системы, которые в настоящее время возводят из объемных блоков, на следующие типы: системы из блок-контейнеров; системы на основе морского контейнера; системы на основе деревянного каркаса; системы на основе железобетонных плоских элементов; системы на основе многослойных плоских элементов; системы на основе каркаса из тонкостенных гнутых металлических профилей; объемно-блочные системы на основе металлического каркаса из прокатных профилей.

Теперь из предложенных классификаций, исключив дублируемые в различных классификациях признаки, соберем обобщенное определение описываемой системы: универсальная объемно-блочная (модульная) система (далее – ОБМС).

ОБМС – сборная, стационарная, универсальная по назначению, количеству помещений, замкнутости, форме модулей в плане, степени заводской готовности система с несущим металлическим каркасом из прокатных профилей, точечным и линейным опиранием модулей друг на друга.

Конструктивные особенности

Согласно проведенному анализу разработанных проектов и реализованных на их основе объектов по системе ОБМС: проект «Федеральный центр травматологии ортопедии и эндопротезирования. Смоленская область, г. Смоленск, район Соловьиная роща, пр. Строителей» (ФГУП «ТЕХНОИНТОРГ», Транзумент ГмбХ Медтехника, 2008 г.); проект «Строительство детского сада на 120 мест по адресу: Московская обл., Пушкинский р-н, п. Зеленоградский, в районе ул. Волкова, ул. Земледелия» (ООО «СтройПроект», 2013 г.); проект «Строительство дошкольной образовательной организации на 120 мест в г. Каменск-Шахтинский Ростовской области по ул. Освобождения, 123а» (ООО «СтройПроект», 2014 г.); проект «Гостиница на 145 номеров по

адресу: г. Набережные Челны, пр. Дружбы Народов» (ООО «СтройПроект», 2014 г.); проект «Гостиница на 145 номеров по адресу: г. Воронеж, Красноармейский пер., 3-в» (ООО «СтройПроект», 2014 г.); проект «Строительство детского сада на 120 мест в г. Светлый» (ООО «УК Новатэра», 2012 г.); проект «Реконструкция вокзала Сосногорск» (АО «Росжелдорпроект», ООО «ПСК ПРОЗРАЧНЫЙ МИР», 2019 г.), а также данным, приведенным в [8–11], проанализированы основные параметры, характеристики и технические решения реализованных модульных зданий.

Строительство зданий из модулей направлено на сокращение сроков строительства и улучшение качества строительных работ, так как изготовление модулей ведется в заводских условиях, на предприятиях, оснащенных специальным оборудованием. Процесс изготовления надземной части здания осуществляется параллельно со строительством нулевого цикла. За счет такой организации работ экономится до 30% срока возведения объекта.

Модули представляют собой крупноразмерные строительные блоки, здание из которых собирается при помощи автомобильных кранов большой грузоподъемности, могут применяться и башенные краны.

Модули для каждого проекта выполняются по индивидуальному заказу и для каждого здания изготавливается несколько типоразмеров по ширине, длине и высоте. Модули могут иметь габариты в следующих интервалах: ширина модулей от 2,5 до 5,5 м; длина от 3 до 22 м; высота до 4,1 м.

При этом ограничением габаритных размеров являются возможности путей и средств транспортировки модулей к месту строительства, габариты могут увеличиваться. Доставка модулей на строительную площадку может осуществляться морским, железнодорожным и автомобильным транспортом на специальных автомобильных тележках низкой посадки. Возможна доставка модулей и авиацией. Вес модулей может достигать 40 т, в некоторых случаях и более.

Габаритные и установочные размеры, масса, компоновка, количество модулей должны определяться планировкой и функциональным назначением здания. Модули имеют высокую степень готовности – до 95%: выполнена внутренняя и наружная отделка, разводка всех инженерных коммуникаций, смонтированы сантехника и электрика, предусмотрены места для установки при необходимости монтируемого технологического оборудования.

Конструкция модуля представляет собой многослойную систему. Несущей частью модуля является металлический каркас, защищенный от коррозии полимерным составом. Каркас с двух сторон обшивается листовыми материалами (ГВЛ, ГКЛ, Файерборд,

Аквапанель и др.) методом прямого монтажа. Выбор материала и количество слоев зависят от свойств, которые надо придать ограждению, по огнестойкости, проницаемости, безопасности и другим параметрам. Пространство между материалом обшивки внутри металлокаркаса заполняется минераловатными плитами. В качестве фасадов и ограждений модульных зданий может служить вентилируемый фасад различных конструкций, в том числе витражные конструкции, мокрый фасад, сайдинговые конструкции. В качестве кровли в модульных зданиях используются плоские кровли с применением покрытий из различных мембран, чердачные скатные кровли с покрытием листовыми материалами. Фундаменты, в зависимости от проекта, могут изготавливаться различных конструкций (свайный, ленточный, плитный [12]) из различных строительных материалов (монолитный железобетон, сборный железобетон, металл, дерево и др.).

Количество этажей в модульных зданиях может варьироваться от одного до семи без применения дополнительных конструкций. Возможно увеличение этажности с применением гибридных систем, в них модули формируют внутреннее пространство и служат в качестве ограждения.

Регулярная структура стального пространственного каркаса модульного здания, сооружения образована объемными ячейками из отдельных модулей, монтируемых вплотную друг к другу по ширине и высоте модуля (рис. 1). Соединение модулей между собой осуществляется соединительными пластинами путем сварки. Форма модулей может иметь различные очертания в плане.

Длина модуля в основном совпадает с шириной здания или его отдельного блока. Каркасы модулей должны быть выполнены из стальных стержней по балочно-стоечной схеме. Схема основных элементов и узлов каркаса модулей приведена на рис. 2–3.

Основные конструктивные элементы каркаса блок-модуля указаны на рис. 2.

При разработке проектной документации конструкция каркаса каждого модуля должна быть

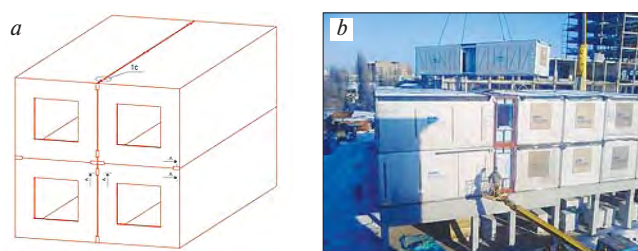


Рис. 1. Упрощенная схема компоновки объемных ячеек из отдельных модулей (а); монтаж модулей (б). Гостиница Holiday Inn на 140 мест, Воронеж

Fig. 1. Simplified layout of volumetric cells from individual modules (a); photo of installation of modules (b) of the Holiday Inn hotel for 140 seats, Voronezh

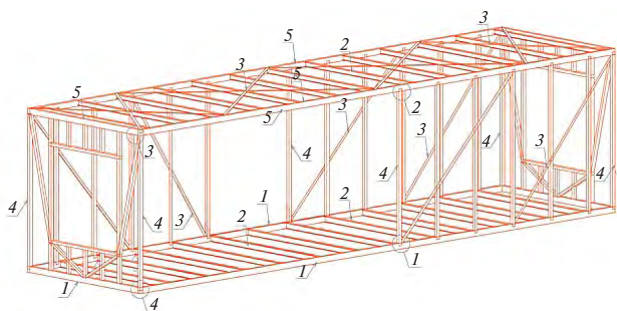


Рис. 2. Схема основных элементов каркаса модулей: 1 – основные несущие балки основания блок-модуля (продольная, поперечная) выполняются из профилированной трубы прямоугольного сечения, ходовое сечение 200×100 мм, толщина стенки подбирается по расчету; 2 – поперечные второстепенные балки основания пола модуля и перекрытия модуля выполняются из профилированного двутавра № 14–16, ходовой шаг 50–60 см. Шаг, номер двутавра подбираются по расчету в зависимости от нагрузки на полы; 3 – горизонтальные и вертикальные связи модулей для создания пространственной жесткости каркаса выполняются из полосного металла; 4 – вертикальные несущие стойки каркаса выполняются из профилированной трубы квадратного и прямоугольного сечений; 5 – основные несущие балки перекрытия блок-модуля (продольная, поперечная) выполняются из профилированной трубы прямоугольного сечения

Fig. 2. Diagram of the main elements of the module framework: 1 – the main bearing beams of the base of the block module (longitudinal, transverse) are made of a profiled rectangular pipe, the running section is 200×100 mm, the wall thickness is selected according to the calculation; 2 – transverse secondary beams of the base-floor of the module and the module overlap are made of profiled I-beam No. 14–16, running pitch 50–60 cm. The pitch and number of the I-beam are selected according to the calculation depending on the load on the floors; 3 – horizontal and vertical connections of modules for creating spatial rigidity of the frame are made of strip metal; 4 – vertical bearing racks of the frame are made of profiled pipes of square and rectangular cross-section; 5 – the main bearing floor beams of the block module (longitudinal, transverse) are made of a profiled rectangular pipe

рассчитана в соответствии с конкретными планировками, фактическими нагрузками, условиями транспортировки и монтажа.

Несущие конструкции модулей – стальной профиль. Все металлические несущие и конструктивные элементы защищены от огня и могут иметь разный предел огнестойкости от 30 до 150 мин.

Строительство из модулей возможно в любом климатическом районе. Сейсмичность площадки строительства может быть до 9 баллов включительно [13–14]. Строительство также может осуществляться на площадках сейсмичностью выше 9 баллов в порядке, установленном существующим законодательством.

Порядок монтажа

Модули первого яруса необходимо устанавливать на фундаменты различной конструкции: ленточные, столбчатые, свайные, плитные. В последующих ярусах модули устанавливаются друг на друга.

После установки модульных блоков в проектное положение на строительной площадке производится крепление соседних модулей между собой и крепле-

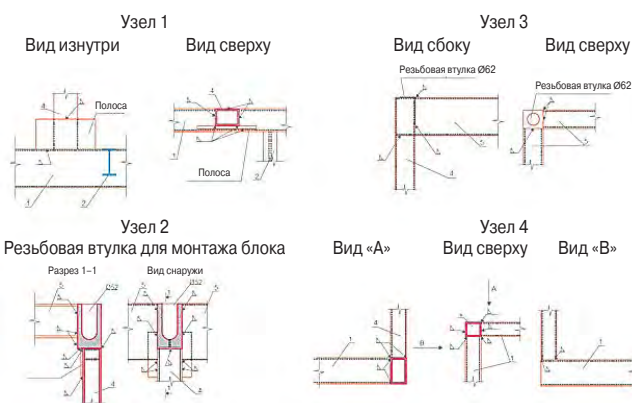


Рис. 3. Основные узлы элементов каркаса модулей
Fig. 3. Main nodes of module frame elements

ние модуля к его основанию (фундамент либо нижележащий модуль).

Во внутреннем пространстве модульного здания (сооружения) производится стыковка инженерных коммуникаций соседних модулей, пусконаладка инженерного оборудования, заделка и отделка внутренних стыков (в случае необходимости возможна дополнительная чистовая отделка внутренних помещений).

Снаружи здания должно выполняться устройство кровли, частично производиться фасадные работы, которые включают в себя утепление, заделку и отделку стыков.

Параллельно должны вестись работы по стыковке инженерных коммуникаций с инженерными сетями и коммуникациями подвала (техподполья).

Проблемы и перспективы внедрения объектов на основе ОБМС

В ст. 1 ГрК РФ приведены понятия, определяющие объекты капитального и некапитального строительства:

– **объект капитального строительства:** здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено (далее – объекты незавершенного строительства), за исключением некапитальных строений, сооружений и неотделимых улучшений земельного участка (замощение, покрытие и др.);

– **некапитальные строения, сооружения:** строения, сооружения, которые не имеют прочной связи с землей и конструктивные характеристики которых позволяют осуществить их перемещение и (или) демонтаж и последующую сборку без несоразмерного ущерба назначению и без изменения основных характеристик строений, сооружений (в том числе киосков, навесов и других подобных строений, сооружений).

Исходя из содержания приведенных выше определений, а также из определения, данного автором для объектов, построенных по технологии ОБМС, следу-



Рис. 4. Центры кардиохирургии в Хабаровске и Красноярске (<http://www.cadolto.com>)

Fig. 4. Heart surgery Center in Khabarovsk and Krasnoyarsk



Рис. 5. Центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования в Чебоксарах, Барнауле

Fig. 5. Center of traumatology, orthopedics and endoprosthesis in Cheboksary and Barnaul

ет, что у таких объектов одновременно присутствуют признаки объектов **капитального** и **некапитального** строительства.

При том что объекты, возведенные по технологии ОБМС, являются капитальными, конструктивные особенности этих объектов позволяют осуществить их перемещение и (или) демонтаж и последующую сборку без несоразмерного ущерба назначению. Возникает вопрос, к какому типу объектов их нужно отнести.

Следует отметить, что при разработке проектов с применением ОБМС и защите этих проектов в органах как государственной экспертизы, так и негосударственной автору и коллективу специалистов, участвовавших в подготовке проектов, приходилось сталкиваться с рядом проблем, среди которых можно выделить:

1. Отсутствие у органов экспертизы однозначного понимания, является ли данная система новой, либо для ее проектирования возможно применять существующие строительные нормы и правила.

2. Отсутствие единого мнения, требуется ли для данной системы техническое свидетельство как для новой строительной продукции или нет.

3. Отсутствие отечественных исследований сейсмостойкости объектов, возведенных по технологии ОБМС.

4. Отсутствие установленного порядка определения огнестойкости конструкций зданий, изготовленных по технологии ОБМС.

5. Вопросы, связанные с логистикой доставки зданий к месту строительства.

6. Проблема оценки стоимости подобных объектов при их реализации за счет бюджетных средств.

7. Отсутствие государственных расценок на строительные-монтажные работы, производимые в заводских условиях для создания подобных зданий или их частей в виде модулей.

8. Отсутствие государственных расценок на монтаж подобных зданий в связи с отсутствием в нормах ряда работ, проводимых при монтаже (заделка стыков, соединение инженерных коммуникаций блоков, монтаж крупногабаритных нестандартных элементов здания и др.).

9. Отсутствие в государственных расценках учета транспортной составляющей при доставке здания целиком или отдельных крупных сегментов на место строительства.

Все указанные выше проблемы при проектировании каждого объекта решались индивидуально.

Вопросы, связанные с оценкой возможности применения существующих норм к объектам, построенным по технологии ОБМС, решались запросами в Минстрой России для разъяснения.

Вопросы, связанные с пожарной безопасностью и сейсмостойкостью данных объектов, решались совместно со специализированными научными организациями.

Вопросы, связанные с ценообразованием, в зависимости от объекта решались несколькими способами: некоторые объекты были расценены по детализированным прайс-листам от производителя; другие



Рис. 6. Поликлиника в поселении Первомайское на территории Троицкого и Новомосковского административных округов
Fig. 6. Polyclinic in Pervomayskoye settlement on the territory of Troitsky and Novomoskovsky administrative districts



Рис. 8. Здание МРТ в Екатеринбурге (<https://www.adk.info>)
Fig. 8. MRI Building in Yekaterinburg [12]



Рис. 7. Типовые модульные участковые больницы в Республике Саха (Якутия), построенные в селах Хатырык, Хантагай, Черкёх, Кеттени; п. Жатай
Fig. 7. Standard modular district hospitals in the Republic of Sakha-Yakutia



Рис. 9. Станция переливания крови. Сочи, Краснодарский край (<https://www.adk.info>)
Fig. 9. Blood transfusion Station. Sochi, Krasnodar territory [12]

разбивались на отдельные работы, к которым применялись государственные расценки, но они не отражали всей сути производимых работ.

Вопросы, связанные с расценкой транспортировки, решались путем расчетов альтернативных стоимостей от специализированных транспортных компаний с защитой данных стоимостей в экспертизе.

В настоящее время проектными организациями наработан опыт, позволяющий успешно проходить государственные процедуры, связанные с реализацией объектов по технологии ОБМС, в том числе с привлечением бюджетных средств. Для более широкого внедрения технологии ОБМС данные механизмы требуют закрепления в нормативных документах.

Одним из интересных и перспективных направлений внедрения технологии ОБМС является индивидуальное жилищное строительство. Данная технология позволяет строить частные дома индустриальным способом. При этом сохраняются особенности индивидуального строительства: поскольку технология ОБМС обладает значительной гибкостью архитектурных решений в планировке, интерьерах и экстерь-

ерах дома, это позволяет учитывать индивидуальные пожелания заказчика. Данное направление может стать перспективным еще по ряду факторов, описанных ниже.

В настоящее время в России изменены правила реализации объектов с привлечением денежных средств дольщиков. Новые требования озаменовались внесением изменений в 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации». Основным принципиальным изменением является то, что средства дольщиков могут привлекаться только через специализированные счета эскроу. Названные изменения в долевом строительстве при их реализации выявили ряд проблем, описанных в [15].

Одним из наиболее популярных инструментов для улучшения своих жилищных условий у жителей нашей страны в настоящее время является ипотека. При этом получить ипотеку для индивидуального жилищного строительства в нашей стране крайне



Рис. 10. Детский сад на 240 мест в г. Миасс, Челябинская область
Fig. 10. Kindergarten for 240 places in Miass, Chelyabinsk region



Рис. 11. Гостиница Holiday Inn на 140 мест, Воронеж (<https://www.adk.info>)

Fig. 11. Holiday Inn with 140 seats, Voronezh



Рис. 12. Железнодорожный вокзал на 50 пассажиров. Сосногорск, Республика Коми (<http://sp-modul.com>)

Fig. 12. Train station for 50 passengers. Sosnogorsk, Komi Republic

сложно, банки неохотно дают ипотечные кредиты под индивидуальное строительство. Это связано с большими рисками в данном сегменте строительства.

Индустриализация индивидуального жилищного строительства с применением технологии ОБМС является средством, которое может решить сразу целый комплекс проблем:

– позволит клиенту получить жилье, изготовленное в заводских условиях, гарантированного качества, с учетом индивидуальных пожеланий;

– даст возможность государству и инвесторам реализовать проекты комплексного освоения территории под индивидуальное строительство с применением проектного финансирования;

– даст возможность банкам снизить свои риски, связанные с недостройкой частного дома, так как строительством будет заниматься специализированное стационарное предприятие;

– в случае возникновения рисков для банка, связанных с неплатежеспособностью заемщика, дом можно продать с возможностью его транспортировки к новому собственнику без значительных потерь в стоимости.

Объекты, построенные в России на основе универсальной объемно-блочной (модульной) системы

Всего по данной технологии за период с 2006 по 2020 г. в России было построено 29 объектов общей площадью ≈ 245 тыс. м². Данные объекты были построены с участием следующих производителей: Cadolto (Германия); ADK Modulraum GmbH (Германия); Prekons (Турция); УК «Модуль» (Россия); ООО «УНГ Инжиниринг» (Россия), ООО «Поло плюс» (Россия), ООО «СтройПроект» (Россия); ООО «ПСК ПРОЗРАЧНЫЙ МИР» (Россия). В настоящее время в процессе проектирования и строительства на разных стадиях находится еще около десяти модульных объектов. Примеры построенных в России модульных объектов приведены на рис. 4–12.

Выводы

Проведенный анализ опыта российского и зарубежного блочно-модульного строительства позволяет сделать следующие выводы:

– строительство по технологии ОБМС может применяться в качестве принципиальной концепции строительной технологии при строительстве малоэтажного, среднеэтажного и высотного жилого фонда, зданий общественного назначения, независимо от исходных параметров и заданных технических условий;

– технология ОБМС в России может быть определена как инструмент для реализации федеральных программ строительства, в том числе для решения задач, поставленных в стратегии развития строительной отрасли [1];

– при финансировании строительных проектов из средств федерального бюджета формирование стоимости проектов осуществляется по нормативной стоимости, следовательно, необходимо разрабатывать данные нормативы применительно к модульному строительству;

– требуется совершенствование нормативно-технической базы по проектированию и производству строительно-монтажных работ на объектах блочно-модульного строительства, по изготовлению и контролю качества модульных блоков на заводах-изготовителях (требуется разработка свода правил применительно к данной технологии строительства);

– требуется создание центра компетенций и развития для консолидации всего имеющегося опыта страны по блочно-модульному строительству на основе профильной государственной организации либо в иной форме в виде союза (ассоциации) круга заинтересованных участников;

– технологии индустриального объемно-блочного строительства могут лечь в основу увеличения доли индивидуального жилищного строительства при проектном финансировании с применением счетов эскроу.

Список литературы

1. Проект Стратегия развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года. DOI: https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/bc0/Raporyazhenie-STRATEGIYA-_2030.pdf // (дата обращения 06.06.2020).
2. Хлебников В. Собрание произведений. Т. 4. Ленинград: Изд-во писателей, 1930. С. 275–286.
3. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. Кн. 2. Социальные проблемы. М.: Стройиздат, 1996. 712 с.
4. Волчок Ю.П. Некоторые аспекты становления отечественной школы формообразования пространственных конструктивно-тектонических систем в советской архитектуре 20–30-х годов // *Проблемы истории советской архитектуры*. М., 1976. С. 43–44.
5. Ладовский Н. А. Устройство каркасных жилищ, собираемых из заранее заготовленных стандартных элементов. Патент № 21406 от 31 июля 1931 г.
6. Пономарев В.А. Архитектурное конструирование. М.: Архитектура-С, 2009. 736 с.
7. Маркетинговое исследование российского рынка модульных зданий. М.: ResearchTechart, 2012. 114 с.
8. Смирнов В.И., Акбиев Р.Т., Гасиев А.А., Ибрагимов Р.С. Заключение по результатам технического обследования несущих конструкций здания «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии в г. Хабаровске». Москва: ЦНИИП градостроительства РААСН, 2008. 151 с.
9. Белозерский А.М. Объемно-блочное домостроение в России // *Наука и техника транспорта*. 2012. № 3. С. 55–59.
10. Макарова Т.В., Беззубова О.С., Мраев М.В. Опыт и перспективные тенденции развития объемно-

References

1. Proekt Strategiya razvitiya stroitel'noi otrasli Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda [Project Strategy for the development of the construction industry of the Russian Federation until 2030]. DOI: https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/bc0/Raporyazhenie-STRATEGIYA-_2030.pdf // (accessed: 06.06.2020).
2. Khlebnikov V. Sbranie proizvedenii [Collection of works]. Vol. 4. Leningrad: Publishing house of writers, 1930, pp. 275–286.
3. Khan-Magomedov S.O. Arkhitektura sovetskogo avangarda [Architecture of the Soviet avant-garde]. Moscow: Stroyizdat, 1996. 712 p.
4. Volchok Yu.P. Some aspects of the formation of the national school of formation of spatial structural and tectonic systems in the Soviet architecture of the 20–30 years. Problems of the history of Soviet architecture. Moscow, 1976, pp. 43–44. (In Russian).
5. Ladovsky N.A. Ustroistvo karkasnykh zhilishch, sobiraemykh iz zaranee zagotovlennykh standartnykh elementov [Device of frame dwellings assembled from pre-prepared standard elements]. Patent No. 21406 of July 31, 1931.
6. Ponomarev V.A. Arkhitekturnoe konstruirovaniye [Architectural design: textbook for universities]. Moscow: Architecture-S, 2009. 736 p.
7. Marketingovoe issledovanie rossiiskogo rynka modul'nykh zdaniy [Marketing research of the Russian market of modular buildings]. Moscow: ResearchTechart, 2012. 114 p.
8. Smirnov V.I., Akbiev R.T., Gasiev A.A., Ibragimov R.S. Zaklyuchenie po rezul'tatam tekhnicheskogo obsledovaniya nesushchikh konstruksii zdaniya «Federal'nyi tsentr serdechno-sosudistoi khirurgii v g. Khabarovske» [Conclusion on the results of technical inspection of load-bearing structures of the building “Federal center for cardiovascular surgery in Khabarovsk”]. Moscow: CNIP of urban planning RAASN, 2008. 151 p.
9. Belozersky A.M. Three-block housing construction in Russia. *Nauka i tekhnika transporta*. 2012. No. 3, pp. 55–59. (In Russian).
10. Makarova T.V., Bezzubova O.S., Mraev M.V. Experience and promising trends in the development of volume-block housing construction. *Vysokie tekhnologii v stroitel'nom komplekse*. 2018. No. 1, pp. 165–171. (In Russian).
11. Zakharova M.V., Ponomarev A.B. Experience in the construction of buildings and structures using modular technology. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2017. Vol. 8. No. 1, pp. 148–155. (In Russian).

- блочного домостроения // *Высокие технологии в строительном комплексе*. 2018. № 1. С. 165–171.
11. Захарова М.В., Пономарев А.Б. Опыт строительства зданий и сооружений по модульной технологии // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура*. 2017. Т. 8. № 1. С. 148–155.
 12. Тамразян А.Г., Манаенков И.К. К расчету плоских железобетонных перекрытий с учетом фактической жесткости сечения // *Научное обозрение*. 2015. № 8. С. 87–92.
 13. Результаты расчетного анализа домостроительной системы из объемных модульных блоков для строительства Федерального центра травматологии, ортопедии и эндопротезирования в г. Краснодар, Прикубанский административный округ, ул. Росийская, д. 123: Отчет о НИР / В.И. Смирнов, Р.Т. Акбиев, М.Х. Байказиев, А.В. Горностаев, А.А. Гасиев. М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2007. 280 с.
 14. Шульман Г.С., Вашпанов К.С. Анализ сейсмостойкости двухэтажного модульного здания // *Вестник гражданских инженеров*. 2013. № 4 (39). С. 114–118.
 15. Гасиев А. А. Проблемы внедрения новых правил долевого строительства с применением счетов эскроу // *Градостроительство*. 2019. № 2 (60). С. 84–86.
 12. Tamrazyan A.G., Manaenkov I.K. To the calculation of flat reinforced concrete floors taking into account the actual stiffness of the section. *Nauchnoe obozrenie*. 2015. No. 8, pp. 87–92. (In Russian).
 13. Rezul'taty raschetnogo analiza domostroitel'noi sistemy iz ob'emnykh modul'nykh blokov dlya stroitel'stva Federal'nogo tsentra travmatologii, ortopedii i endoprotezirovaniya v g. Krasnodar, Prikubanskii administrativnyi okrug, ul. Rossiyskaya, d. 123: otchet o NIR [Results of the calculation analysis of the house-building system from volumetric modular blocks for the construction of the Federal center for traumatology, orthopedics and endoprosthesis in Krasnodar, Prikubansky administrative district, Rossiyskaya str., 123: research report]. Smirnov V.I., Akbiev R.T., Baykaziye M.Kh., Gornostaev A.V., Gasiev A.A. Moscow: Central research Institute of building structures V.A. Kucherenko, 2007. 280 p.
 14. Shulman G.S., Vashpanov K.S. Analysis of seismic stability of a two-storey modular building. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2013. No. 4 (39), pp. 114–118. (In Russian).
 15. Gasiev A.A. Problems of implementing new rules for shared-equity construction with the use of escrow accounts. *Gradostroitel'stvo*. 2019. No. 2 (60), pp. 84–86. (In Russian).



ВІМФОРУМ Новые даты проведения **8-9 декабря** 2020 года
Amber Plaza, Москва, **М** Новослободская

ВАШ ДОСТУП В МИР ЦИФРОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

- ✓ Более 50 мероприятий деловой программы
- ✓ Только актуальные темы и кейсы
- ✓ 2000 специалистов отрасли

SAINT-GOBAIN
Генеральный партнер

КУПИТЬ БИЛЕТ **8 800 555 91 50** event@radidoma.ru
www.bimforum.pro

Организатор **ради дома**
bafactu groupe

Инфекционное отделение на 28 коек
ОГБУЗ Тулунская городская больница
Тулун Иркутская область



Группа компаний «Прозрачный Мир» с 2008 г. занимается проектированием и строительством инфраструктурных и социальных объектов. После приобретения в 2018 г. компании ООО «СтройПроект», специализирующейся на производстве по немецкой технологии транспортабельных блоков зданий под брендом sp-modul, группа компаний стала активным участником проектирования и строительства объектов модульным способом, в том числе и высотных зданий до 12 этажей.

Компания имеет проектное, производственное и строительное подразделение, квалифицированный штат специалистов, а также большой парк спецтехники и автотранспорта для транспортировки и монтажа модулей. Таким образом ГК «Прозрачный Мир» своими силами реализует объекты по модульной технологии и выполняет полный комплекс работ «под ключ». Проекты компании успешно проходят согласование и получают положительное заключение в органах госэкспертизы.

Технология объемно-модульного капитального домостроения пришла в Россию совсем недавно из Европы. По данной технологии за последние годы в РФ построены объекты из модулей, произведенных в Кадольцбурге, Крельпе (Германия) и Анкаре (Турция). В настоящее время такие же модули стали изготавливаться и в России – на собственной производственной базе ГК «Прозрачного мира» в г. Тверь площадью 40 тыс. м² с возможностью изготовления 60 тыс. м² модульных конструкций в год. В последующие 1,5–2 года планируется увеличение производственных мощностей до 100 тыс. м² в год.

Транспортабельные модули выходят с заводов с смонтированными инженерными коммуникациями, оборудованием и мебелью. Заводская готовность модулей составляет до 95%. Гарантированная долговечность конструкции более 50 лет.

Необходимо отметить, что модули не имеют стандартных размеров и обеспечивают полную свободу архитектурных и планировочных решений. В результате здания и сооружения из них могут иметь самую разнообразную форму (квадратную, круглую, овальную и т. д.). Если возникает необходимость провести реконструкцию существующего здания (пристройку, надстройку и т. д.), то такие работы можно выполнить, к примеру, за время летних каникул, опять же по модульной технологии.

По модульной технологии с участием специалистов Группы компаний «Прозрачный Мир» в течении пяти месяцев построен детский сад на 120 мест в поселке Зеленоградский Пушкинского района Московской области общей площадью 1770 м²; в течение шести месяцев – ж/д вокзал в г. Сосногорск Республики Коми общей площадью 1250 м², а также выполнены проекты гостиницы HolidayInn в г. Воронеж общей площадью 6300 м², поликлиники в г. Симферополь общей площадью 1769 м² и другие.

По указу Президента РФ в сжатые сроки спроектировано и построено при участии инвестора ПАО «Сбербанк» инфекционное отделение на 28 коек в г. Тулуне Иркутской области. Спустя пять месяцев с даты начала строительных работ готовый высокотехнологичный корпус инфекционной больницы открыл свои двери. Общая площадь здания составляет 5298 м².

Опыт реализации проекта показал – будущее за технологией модульного капитального строительства!

Москва, ул. Верейская, д. 29
БЦ «ВЕРЕЙСКАЯ ПЛАЗА III», офис 25
+7 (495) 241-20-12
info@sp-modul.com
sp-modul.com

УДК 69.001.5

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-49-52>

С.Э. ЯНЮТИНА, начальник лаборатории (yanutina@kgi198.gvsu.ru)

ЗАО «198 КЖИ» ХК ГВСУ «Центр» (143203, Московская обл., Можайский р-н, п. Строитель, 35)

Использование отходов пенополистирола в условиях комбината железобетонных изделий

Актуальность проведения исследований в заводской лаборатории ЗАО «198 КЖИ», входящего в ХК ГВСУ «Центр», продиктована необходимостью утилизации пенополистирольных отходов, возникающих в большом количестве при производстве сборного железобетона. При производстве трехслойных наружных стеновых панелей в качестве эффективного утеплителя применяются плиты пенополистирольные теплоизоляционные марки ППС 17-Р-А. Вторичное применение ППС 17-Р-А по прямому назначению, в качестве утеплителя не представляется возможным. Объем образующегося пенополистирола колеблется в пределах 25–45 м³ в месяц. Утилизация (захоронение) пенополистирольных отходов – дорогостоящее мероприятие. Применение их в качестве наполнителя при производстве пенополистирольных блоков проверено в лаборатории комбината для получения пенополистиролбетона с заданными физико-механическими характеристиками. Приведены результаты испытаний пенополистиролбетонов классов В2,5 и В7,5. Показано, что в условиях технологии железобетонного завода производство полистиролбетонных блоков возможно с достижением проектной прочности. Информация, представленная в статье, направлена на мотивацию специалистов, производящих сборный железобетон, применять пенополистирольные отходы для малоэтажного строительства.

Ключевые слова: пенополистирол, экология, энергоэффективность, пенополистиролбетон, плиты пенополистирольные теплоизоляционные, сборный железобетон.

Для цитирования: Янютин С.Э. Использование отходов пенополистирола в условиях комбината железобетонных изделий // *Жилищное строительство*. 2020. № 10. С. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-49-52>

S.E. YANUTINA, Head of Laboratory (yanutina@kgi198.gvsu.ru)

ZAO «198 KZHI» HC GVSU «Center» (35, settlement of Stroitel, Mozaysky District, Moscow Oblast, 143203, Russian Federation)

Use of Foam Polystyrene Waste in the Conditions of a Reinforced Concrete Products Factory

The relevance of research in the factory laboratory of JSC «198 KZHI», which is part of the HC GVSU «Center», is dictated by the need to dispose of foam polystyrene waste that occurs in large quantities when producing the precast concrete. In the production of three-layer external wall panels, polystyrene heat-insulating plates of the PPS 17-R-A brand are used as an effective insulation material. The secondary use of PPS 17-R-A for its intended purpose, as a heater, is not possible. The volume of foam polystyrene produced varies from 25 to 45 m³ per month. Utilization (disposal) of foam polystyrene waste is an expensive undertaking. Its use as a filler in the production of expanded polystyrene blocks was tested in the factory's laboratory to produce foam polystyrene concrete with specified physical and mechanical characteristics. The results of testing of expanded polystyrene concrete of classes B2.5 and B 7.5 are presented. It is shown that under the conditions of the reinforced concrete factory technology, the production of polystyrene concrete blocks is possible with the achievement of the design strength. The information presented in the article is aimed at motivating specialists who produce precast concrete to the possibility of using foam polystyrene waste for low-rise construction.

Keywords: foam polystyrene, ecology, energy efficiency, foam polystyrene concrete, foam polystyrene heat insulation plates, precast concrete.

For citation: Yanutina S.E. Use of foam polystyrene waste in the conditions of a reinforced concrete products factory. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 10, pp. 49–52. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-49-52>

В 2014 г. на ЗАО «198 КЖИ» (входит в ХК ГВСУ «Центр») произведен запуск производственного комплекса с циркуляцией поддонов. Производство изделий на поддонах дает возможность выпуска панелей самого широкого номенклатурного ряда, но требует наличия большого количества металлических бортов разных типоразмеров и конфигурации.

При производстве единичных, сложных по геометрическим параметрам изделий, например с арочными проемами, разновеликих по толщине, затраты на приобретение или изготовление новой металличе-

ской опалубки (бортов, проемообразователей) достаточно высоки. Выгоднее применять в этом качестве пенополистирольные вкладыши.

В настоящее время на ЗАО «198 КЖИ» при производстве трехслойных наружных стеновых панелей в качестве эффективного утеплителя применяются плиты пенополистирольные теплоизоляционные марки ППС 17-Р-А (ГОСТ 15588–2014 «Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. Технические условия»). Вторичное применение ППС 17-Р-А по прямому назначению, в качестве утеплителя не представляется возможным.



Рис. 1. Отходы пенополистирола после производства панелей

Fig. 1. Foam polystyrene waste after the production of panels



Рис. 2. Механическая дробилка, изготовленная в ремонтно-механическом цехе

Fig. 2. Mechanical crusher manufactured in the repair-mechanical shop



Рис. 3. Пенополистирольная крошка, полученная в механической дробилке

Fig. 3. Foam polystyrene chips obtained in a mechanical crusher

Количество пенополистирола, применяемого для опалубочных работ при производстве изделий, который в дальнейшем подлежит утилизации, по объемам колеблется в пределах 25–45 м³ в месяц, в зависимости от потребности по номенклатуре формируемых изделий.

Утилизация (захоронение) пенополистирольных отходов – дорогостоящее мероприятие, поэтому было принято решение об изыскании возможности применения их в качестве наполнителя при производстве пенополистирольных блоков.

В лабораторных условиях при поддержке компании ООО «Ритент» – давних и надежных партнеров ЗАО «198 КЖИ» были проведены экспериментальные подборы составов пенополистиролбетона в лабораторных условиях. Технологи компании ООО «Ритент» приняли активное участие в разработке и подборе составов с применением отходов пенополистирола, выборе химических добавок для получения пенополистиролбетона заданных свойств.

Работа проводилась в двух направлениях:

1. Подбор состава пенополистиролбетона плотностью D600, класс по прочности при сжатии В2,5.
2. Подбор состава пенополистиролбетона плотностью D1200, класс по прочности при сжатии В7,5

При подборе состава полистиролбетонной смеси в лабораторных условиях необходимо было определиться с процессом переработки отходов пенополистирола после производства панелей (рис. 1) в пенополистирольную крошку. Под руководством главного механика комбината О.А. Павлюченкова была разработана конструкция механической дробилки, которую изготовили работники ремонтно-ме-

ханического цеха (рис. 2), позволяющая превращать крупногабаритные куски в пенополистирольную крошку. Размер зерен полученного сырья от 5 до 10 мм (рис. 3).

Подбор составов пенополистиролбетона плотностью D600 (класс по прочности при сжатии В2,5) дает возможность применения полученного материала в гражданском строительстве. После положительных лабораторных испытаний проведены цеховые формовки пенополистирольных блоков (рис. 4).

Подбор состава пенополистиролбетона выполнен с применением следующих материалов: ЦЕМ ИА/42,5Н с содержанием гранулированного шлака 15%; минеральная порошкообразная добавка зола-уноса; суперпластификатор; комплексная добавка [1–15].

Результаты физико-механических испытаний пенополистиролбетона представлены в табл. 1. Предполагалось, что проектная прочность соответствует классу В2,5.

Твердение пенополистиролбетона выполнялось в двух вариантах: тепловая обработка и естественное твердение при условии отсутствия камер сушки. Таким образом возможно изготовление пенополистирольных блоков без проведения тепловой обработки, но при этом потребуются дополнительные площади в заводских условиях для выдержки изделий для набора отпускной прочности.

Для дальнейшего применения пенополистирольных блоков в строительной отрасли необходимо провести следующие работы: разработать ТУ на изготовление полистиролбетонных блоков (ППБ), так как производство не соответствует ГОСТ 33929–2016 «Полистиролбетон. Технические условия»; провести

Таблица 1
Table 1

Физико-механические свойства пенополистиролбетона
Physical and mechanical properties of foam polystyrene concrete

Условия твердения	Возраст, сут	Плотность, кг/м ³	R, МПа	R _{ср} , МПа	R _{ср} /R _{нр} , % (R _{нр} соответствует классу В2,5)
Тепловая обработка: t=45°C, 10 ч	1	625	2,35	2,32	70,8
		631	2,28		
	28	600	3,95	3,98	
		602	4,01		
Естественное твердение	3	617	2,54	2,52	76,9
		618	2,49		
	28	595	4,25	4,22	
		601	4,19		

Таблица 2
Table 2

Физико-механические характеристики пенополистиролбетона для фундаментных блоков
Physical and mechanical characteristics of foam polystyrene concrete for foundation blocks

Условия твердения	Возраст, сут	Плотность, кг/м ³	R, МПа	R _{ср} , МПа	R _{ср} /R _{нр} , % (R _{нр} соответствует классу В7,5)
t=45°C, 10 ч	1	1250	7,05	7,11	72,5
		1235	7,18		
	28	1215	10,9	10,95	
		1205	11,01		



Рис. 4. Пенополистиролбетонные блоки, изготовленные в условиях цеха

Fig. 4. Foam polystyrene concrete blocks made in the workshop

испытания на пожарную опасность ППБ (метод 1) по ГОСТ 30244–94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть» (п. 1); провести анализ состояния производства; оценку стабильности выпускаемой продукции; сертификацию по ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008; испытать фрагмент стены размером 3×3 из ППБ на предел огнестойкости (в зависимости от продолжительности испытаний (60–120 мин), марка EI 45 по ГОСТ 30247.1–94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»; сертифицировать противопожарную преграду из ППБ по ФЗ № 123; провести испытания и сертификацию ППБ (в зависимости от показателей, которые будут указаны в ТУ); разработать технологическую карту (ТК) по выпуску ППБ при серийном производстве.

Работы по проведению сертификации пенополистиролбетонных блоков не были проведены в связи со сложившейся эпидемиологической обстановкой в

2020 г., но руководство ЗАО «198 КЖИ» считает возможным завершить эту работу в 2021 г.

Работа по второму направлению утилизации пенополистирольных отходов направлена на возможность производства фундаментных блоков. Подбор состава пенополистиролбетона выполнен с применением указанных выше материалов с добавкой песка M_{кр} 2,5–2,8. Песок введен в качестве мелкого заполнителя для получения пенополистиролбетона марки В7,5.

Подтверждено применение пенополистиролбетонных блоков для малоэтажного строительства для устройства фундамента. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Информация, представленная в статье, направлена на мотивацию специалистов и работников комбинатов, производящих сборный железобетон, применять пенополистирольные отходы для производства эффективного материала для малоэтажного строительства. И самое главное – организация такого производства позволит решить множество экологических проблем.

Список литературы

1. Жужа Амина Куба, Алессо Римольди. Цель 2050: еще больше ЖБИ для пополнения фонда экологичных зданий // *Международное Бетонное Производство*. 2018. № 8. С. 8–9.
2. Кожухова Н.И., Лебедев М.С., Василенко М.И., Гончарова Е.Н. Воздействие зол-уноса тепловых электростанций на окружающую среду. *Сборник трудов II Международной научно-технической*

References

1. Zhuzha Amin Cuba, Alessio Rimoldi. Purpose 2050: it is even more concrete goods for replenishment of fund of eco-friendly buildings. *Mezhdunarodnoe Betonnoe Proizvodstvo*. 2018. No. 8, pp. 8–9. (In Russian).
2. Kozhukhova N.I., Lebedev M.S., Vasilenko M.I., Goncharova E.N. Impact of the evils ablations of thermal power plants on the environment. *Collection of works II of the International scientific and technical conference. Power systems*. 2017, pp. 418–423. (In Russian).

- конференции. *Энергетические системы*. 2017. С. 418–423.
3. Рояк Г.С., Грановская И.В., Стржалковская Н.В., Миленин Д.А. Портландцемент, содержащий золунос для предотвращения щелочной коррозии бетона // *Цемент и его применение*. 2015. № 1. С. 89–92.
 4. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат, 1998. 768 с.
 5. Зоткин А.Г. Прочностные эффекты золы в бетоне // *Технология бетонов*. 2018. № 9–10. С. 44–47.
 6. Хигерович М.И., Байер Е.И. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов. М.: Стройиздат, 1979. 335 с.
 7. Зоткин А.Г. Бетоны с эффективными добавками. М.: Инфра-Инженерия, 2014. 160 с.
 8. Баженов Ю.М. Технология бетонов. М.: АСВ, 2011. 485 с.
 9. Герасимова Н.П. Зола-уноса как сырье для производства бетонных блоков при решении экологической проблемы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2016. № 6 (113). С. 122–127.
 10. Зайченко Н.М., Петрик И.Ю. Высокофункциональные бетоны с различным содержанием обогащенной золы-уноса ТЭС. Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение. *Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию Инженерно-технического института Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова*. Якутск, 2016. С. 240–244.
 11. Александров А.О. О применении термоактивированной золы-уноса для замены цемента в строительстве // *Цемент и его применение*. 2017. № 3. С. 88–91.
 12. Рязанов А.Н., Винниченко В.И., Недосеко И.В., Рязанова В.А., Рязанов А.А. Структура и свойства известково-золяного цемента и его модификация // *Строительные материалы*. 2018. № 1–2. С. 18–22. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-756-1-2-18-22>
 13. Петухов А.В., Коровкин М.О., Ерошкина Н.А., Лавров И.Ю. Перспективы развития технологии бетона с высоким содержанием золы-уноса // *Молодежный научный вестник*. 2018. № 3 (28). С. 112–118.
 14. Овчинников Р.В., Авакян А.Г. Оценка золошлаковых отходов как добавки в бетон // *Новые технологии*. 2014. № 1. С. 100–107.
 15. Янютина С.Э. Использование отходов теплоэнергетики в производстве ЖБИ для решения экологических проблем // *Строительные материалы*. 2018. № 12. С. 50–53. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-766-12-50-53>
 3. Royak G.S., Granovskaya I.V., Strzhalkovskaya N.V., Milenin D.A. Portlandsement containing ashes ablation for prevention of alkaline corrosion of concrete. *Tsement i ego primeneniye*. 2015. No. 1, pp. 89–92. (In Russian).
 4. Batrakov V.G. Modifitsirovannyye betony [The modified concrete]. Moscow: Stroyizdat, 1998. 768 p.
 5. Zotkin A.G. Strength effects of ashes in concrete. *Tekhnologiya betonov*. 2018. No. 9–10, pp. 44–47. (In Russian).
 6. Higerovich M.I., Bayer E.I. Gidrofobno-plastifitsiruyushchie dobavki dlya tsementov, rastvorov i betonov [The hydrophobic plasticizing additives for cements, solutions and concrete]. Moscow: Stroyizdat, 1979. 335 p.
 7. Zotkin A.G. Betony s effektivnymi dobavkami [Concrete with effective additives]. Moscow: Infra-Inzheneriya. 2014. 160 p.
 8. Bazhenov Yu.M. Tekhnologiya betonov [Technology of concrete]. Moscow: ASV, 2011. 485 p.
 9. Gerasimova N.P. Ashes ablation as raw materials for production of concrete blocks at the solution of an environmental problem of utilization of zoloshlakovy waste of combined heat and power plant. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2016. No. 6 (113), pp. 122–127. (In Russian).
 10. Zaychenko N.M., Petrik I.Yu. High-functional concrete with various content of the enriched ashes ablation of thermal power plant. Modern problems of construction and life support: safety, quality, power- and resource-saving. *The collection of Articles IV of the All-Russian scientific and practical conference devoted to the 60 anniversary of Technical institute of the Northeast federal university of M.K. Ammosov*. Yakutsk. 2016, pp. 240–244. (In Russian).
 11. Alexandrov A.O. About use of the thermoactivated ashes ablation for replacement of cement in construction. *Tsement i ego primeneniye*. 2017. No. 3, pp. 88–91. (In Russian).
 12. Riazanov A.N., Vinnichenko V.I., Nedoseco I.V., Riazanova V.A., Riazanov A.A. Structure and properties of limeash cement and its modification. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 1–2, pp. 18–22. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-756-1-2-18-22>. (In Russian).
 13. Petukhov A.V., Korovkin M.O., Eroshkina N.A., Lavrov I.Yu. The prospects of development of technology of concrete with the high content of ashes ablation. *Molodezhnyi nauchnyi vestnik*. 2018. No. 3 (28), pp. 112–118. (In Russian).
 14. Ovchinnikov R.V., Avakyan A.G. Assessment of zoloshlakovy waste as additives in concrete. *Novyye tekhnologii*. 2014. No. 1, pp. 100–107. (In Russian).
 15. Yanutina S.E. The use of wastes of thermal power sector in production of reinforced concrete products for solving ecological problems. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 12, pp. 50–53. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-766-12-50-53> (In Russian).

УДК 624.1

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-53-60>

И. Я. ХАРЧЕНКО¹, д-р техн. наук (iharcenko@mail.ru), А.И. ПАНЧЕНКО¹, д-р техн. наук;
А.А. ПИСКУНОВ², д-р техн. наук; А.И. ХАРЧЕНКО³, канд. техн. наук; М. МИРЗОЯН¹, инженер

¹ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

² Российский университет транспорта (МИИТ) (127994, г. Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9)

³ ООО «Научно-исследовательский центр подземных сооружений» (115114, г. Москва, Дербеневская наб., 7, стр. 2)

Минеральные инъекционные смеси для строительства и эксплуатации подземных сооружений в условиях плотной городской застройки

Высокий уровень сложности и ответственности подземных сооружений предполагает необходимость разработки и реализации комплекса специальных защитных мероприятий, необходимых как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации подземных сооружений. При строительстве тоннельных и притоннельных сооружений в зону их влияния вовлекаются различные надземные сооружения, включая инженерные и транспортные. Большое значение приобретает и обеспечение надежной защиты ограждающих конструкций от влияния грунтовых вод. Водопонижение и дренирование грунтов сопровождается развитием дополнительных осадочных деформаций, требующих реализации сложных и дорогостоящих защитных мероприятий. К настоящему времени разработаны эффективные конструктивные и технологические решения для защиты окружающей застройки, а также методы и технологии устранения сверхнормативных деформаций и водопроявлений через тело ограждающих конструкций с применением различных инъекционных технологий и инъекционных систем на минеральной основе. В НИУ МГСУ разработана линейка материалов, позволяющая успешно реализовать укрепление грунтов, устранение осадочных деформаций и ликвидацию течей грунтовой воды через ограждающие конструкции подземных сооружений. Показано, что защита зданий и сооружений от сверхнормативных осадочных деформаций при освоении подземного пространства в условиях плотной городской застройки обеспечивается технологией компенсационного нагнетания с применением специальных инъекционных систем на минеральной основе. Установлено, что для ликвидации активных водопроявлений через тело ограждающих конструкций подземных сооружений целесообразно применять комбинированные инъекционные системы.

Ключевые слова: подземное строительство, деформации, водопроявления, осадка грунта, компенсационное нагнетание, инъекция, пропитка.

Для цитирования: Харченко И.Я., Панченко А.И., Пискунов А.А., Харченко А.И., Мирзоян М. Минеральные инъекционные смеси для строительства и эксплуатации подземных сооружений в условиях плотной городской застройки // *Жилищное строительство*. 2020. № 10. С. 53–60. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-53-60>

I.Ya. HARCENKO¹, Doctor of Sciences (Engineering) (iharcenko@mail.ru), A.I. PANCHENKO¹, Doctor of Sciences (Engineering);
A.I. PISKUNOV², Doctor of Sciences (Engineering); A.I. HARCENKO³, Candidate of Sciences (Engineering); M. MIRZOYAN¹, Engineer

¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

² Russian University of Transport (MIIT) (9, bldg. 9, Obratsova Street, Moscow, 127994, Russian Federation)

³ ООО "Research Center of "Underground Structures" (7, bldg. 2, Derbenevskaya Embankment, Moscow, 115114, Russian Federation)

Mineral Injection Mixtures for Construction and Operation of Underground Structures under Dense Urban Development Conditions

The high level of complexity and responsibility of underground structures implies the need to develop and implement a set of special protective measures necessary for implementation both at the construction stage and at the operation stage of underground structures. During the construction of tunnel and near-tunnel structures, various aboveground structures, including engineering and transport structures, are involved in the zone of their influence. It is also important to ensure reliable protection of enclosing structures from the influence of ground water. Dewatering and drainage of soils is accompanied by the development of additional sedimentary deformations that require the implementation of complex and expensive protective measures. To date, effective design and technological solutions have been developed to protect the surrounding development, as well as methods and technologies for eliminating excess deformations and water seepage through the body of enclosing structures using various injection technologies and mineral-based injection systems. Moscow State University of Civil Engineering developed a range of materials that can successfully implement soil strengthening, elimination of sedimentary deformations and elimination of ground water leaks through the enclosing structures of underground structures. It is shown that the protection of buildings and structures from excessive sedimentary deformations during the development of underground space in conditions of dense urban development is provided by the technology of compensatory injection

with the use of special mineral-based injection systems. It is established that to eliminate active water seepage through the body of enclosing structures of underground structures, it is advisable to use combined injection systems.

Keywords: underground construction, deformations, water seepage, soil precipitation, compensatory injection, injection, impregnation.

For citation: Harcenko I.Ya., Panchenko A.I., Piskunov A.A., Harcenko A.I., Mirzoyan M. Mineral injection mixtures for construction and operation of underground structures under dense urban development conditions. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2020. No. 10, pp. 53–60. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-10-53-60>

Увеличение объемов и масштабов строительства объектов метрополитена в Москве, высокий уровень сложности и ответственности подземных сооружений, оказывающих значительное влияние на плотную городскую застройку, предполагает необходимость разработки и реализации комплекса специальных защитных мероприятий, необходимых для реализации как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации подземных сооружений. Причем если строительство станционных комплексов выполняется, как правило, на относительно свободных территориях с минимальным влиянием на окружающую застройку, то при строительстве тоннельных и притоннельных сооружений в зону их влияния вовлекаются многочисленные надземные сооружения, включая памятники архитектурного наследия, инженерные и транспортные сооружения [1]. При этом в случаях отсутствия или недостаточности мер по защите окружающей застройки от влияния строительства подземных сооружений здания и сооружения претерпевают значительные осадочные деформации, существенно превышающие допустимые нормами, что является причиной формирования и развития аварийных ситуаций и инцидентов.

Кроме того, при возведении и эксплуатации подземных сооружений большое значение приобретает обеспечение надежной защиты ограждающих конструкций от влияния грунтовых вод. Следует иметь в виду, что водопонижение и дренирование грунтов сопровождается развитием дополнительных осадочных деформаций, требующих реализации сложных и дорогостоящих защитных мероприятий [2–4].

К настоящему времени научными, проектными и строительными организациями накоплен большой опыт успешной реализации сложных проектов подземного строительства, созданы эффективные конструктивные и технологические решения для защиты окружающей застройки, разработаны методы расчета и численного моделирования поведения возводимого подземного объекта и находящегося в зоне его влияния существующих надземных и подземных сооружений, разработаны методы и средства устранения сверхнормативных деформаций и водопроявлений через тело ограждающих конструкций с применением различных инъекционных технологий и инъекционных систем на минеральной основе [2, 3, 5].

Анализ причин развития осадочных деформаций при строительстве и эксплуатации тоннельных сооружений

Осадочные деформации при строительстве тоннельных сооружений с применением механизированных тоннелепроходческих комплексов (ТПМК) (рис. 1) условно складываются из четырех видов осадок [4, 6, 7]: тип 1 – осадка в зоне роторного механизма ТПМК (около 50% случаев); тип 2 – осадка в зоне перемещения технологического комплекса (около 25%); тип 3 – осадка в зоне хвостовой части ТПМК (около 15%); тип 4 – осадка в зоне устройства тоннельной обделки (около 10%).

Причиной развития осадочных деформаций 1-го типа является изменение природного напряженно-деформируемого состояния грунта при его разработке роторным механизмом. Осадочные деформации 2-го типа определяются соответствием фактического режима ТПМК требованиям технологического регламента, степенью соответствия применяемых типов и расходов применяемых кондиционеров грунта в сложных инженерно-геологических условиях, например в грунтах плавунного типа.

Осадочные деформации 3-го типа являются следствием зазора, формирующегося между разрабатываемой горной породой и тубинговой обделкой сооружаемого тоннеля. Величина этого зазора находится в диапазоне 70–150 мм, который должен заполняться инъекционной смесью на минеральной основе со специально подобранными свойствами с учетом

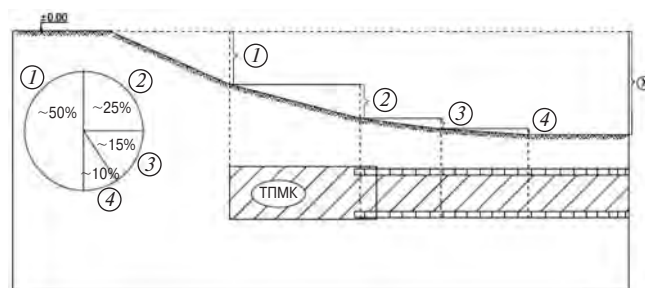


Рис. 1. Схема развития осадочных деформаций при строительстве тоннелей механизированным способом с применением ТПМК: 1 – осадка в зоне ротора; 2 – осадка в зоне расположения технологического оборудования; 3 – осадка в зоне хвостовой части ТПМК; 4 – осадка в зоне установки обделки тоннеля

Fig. 1. Scheme of development of sedimentary deformations when constructing tunnels by a mechanized method using TPMC: 1 – sediment in the rotor area; 2 – sediment in the area of technological equipment location; 3 – sediment in the area of the tail section of the TPMC; 4 – sediment in the area of tunnel lining installation

реальных геотехнических условий и технологических характеристик ТПМК. В случае некачественного заполнения заобделочного пространства объем осадочных деформаций может достигать 2–4% объема разрабатываемого грунта. Тампонажная смесь должна обеспечивать равномерное и непрерывное заполнение заобделочного пространства по мере продвижения ТПМК при давлении нагнетания, уравновешивающего гидростатическое давление и активное давление грунта. При этом, как показывает анализ результатов работы ТПМК, фактический расход тампонажного раствора может превышать расчетные параметры на 20–35%.

Осадочные деформации 4-го типа проявляются вследствие релаксации напряжений в структуре грунта после проходки ТПМК. Их величина в значительной мере зависит от степени связанности грунта и его фильтрационных свойств. Эти деформации могут быть следствием релаксации и перераспределения порового давления в грунте и водонасыщенности капиллярно-пористой структуры. Этот эффект может быть усилен водопрооявлениями в тело тоннеля при некачественном оформлении стыковых соединений тоннельной обделки. Осадочные деформации этого типа могут развиваться в течение достаточно длительного времени, включая эксплуатационный период.

Расчет мульды осадочных деформаций основывается на результатах инженерно-геологических изысканий с учетом глубины заложения тоннельных сооружений, их диаметра, конструктивных особенностей тоннельной обделки, технологических параметров проходки (рис. 2).

Расчетное обоснование величины осадок выполняется, как правило, с применением метода конечных элементов (СП 32-105–2004 «Метрополитены») [6].

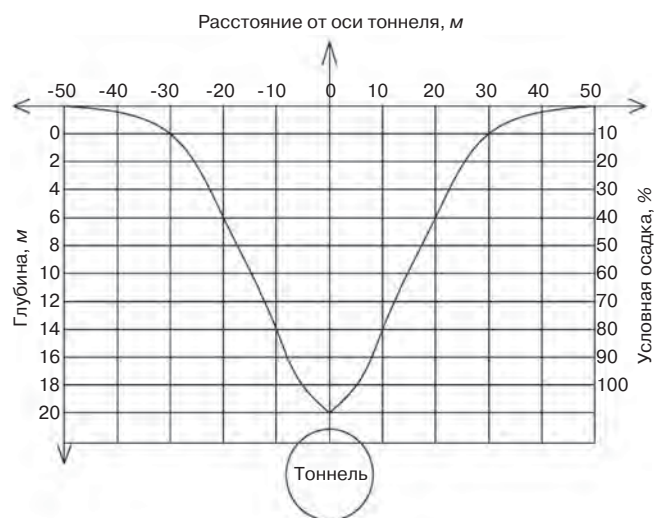


Рис. 2. Мульда осадочной деформации в зависимости от глубины заложения тоннеля в условиях изотропного грунтового массива
Fig. 2. Sedimentary deformation mold depending on the depth of the tunnel under conditions of an isotropic ground mass

Основной причиной осадочных деформаций, проявляющихся при эксплуатации подземных сооружений, являются активные водопрооявления, которые сопровождаются не только коррозией ограждающих конструкций, снижающей их несущую способность, но и суффозионным разуплотнением грунта в заобделочном пространстве, следствием чего являются сверхнормативные деформации надземных сооружений [5, 7, 8]. В этой связи необходимо предпринимать комплексные меры по устранению возникших водопрооявлений и протечек в строящихся и действующих тоннельных и притоннельных сооружениях.

Как показал анализ, при строительстве подземных сооружений из сборного и монолитного железобетона основной объем водопрооявлений приходится на рабочие и деформационные швы, а также трещины в теле бетона. При этом фильтрация воды через тело бетона практически отсутствует, за редким исключением участков с некачественно уплотненным бетоном. Природа образовавшихся трещин может быть различной. Прежде всего это осадочные трещины из-за несоблюдения правил ухода за твердеющим бетоном, когда при ранней распалубке монолитной конструкции с поверхности твердеющего бетона происходят интенсивные влагопотери. В другом случае при возведении массивных монолитных конструкций при толщине более 50 см трещины могут образоваться из-за температурных напряжений по сечению конструкции вследствие экзотермии при гидратации цемента во внутренних зонах и охлаждении периферийного слоя. При строительстве тоннелей или станционных сооружений могут также образоваться «конструктивные» трещины, которые являются следствием нарушения технологии строительства с передачей грунтового давления на возведенные конструкции при выполнении работ по обратной засыпке и уплотнению грунта. Следует отметить, что само по себе образование трещин с небольшой шириной раскрытия, как правило, не приводит к активным водопрооявлениям при условии качественно выполненных гидроизоляционных работ с наружной стороны ограждающей конструкции.

Наиболее опасным процессом, который сопровождается быстроразвивающимися значительными деформациями зданий и сооружений, является суффозионное разуплотнение грунтов вследствие длительного водопрооявления [2]. При этом процесс суффозионного разуплотнения сопровождается не только существенным ухудшением физико-механических характеристик грунта, изменяющих всю конструктивную схему работы сооружения, но и образованием локальных пустот и каверн, являющихся концентраторами напряжений и, как следствие, источником создания и развития аварийных ситуаций в подземных сооружениях.

Технологические основы применения метода компенсационного нагнетания

Одним из наиболее эффективных методов, обеспечивающих надежную защиту объектов, попадающих в зону влияния строящихся подземных сооружений, является метод компенсационного нагнетания, который достаточно широко используется в зарубежной практике геотехнического строительства, но находит ограниченное применение в России [10–12].

Сущность классического метода компенсационного нагнетания заключается в компенсации дефицита грунта в основании существующих зданий и сооружений, сформировавшегося в результате разработки грунта, суффозионных процессов и т. п., путем нагнетания специальных инъекционных растворов в соответствии с проектным технологическим регламентом. Инъектирование выполняется растворами на минеральной основе, имеющими заданную вязкость, пенетрационную способность, высокую седиментационную устойчивость и управляемую кинетику затвердевания. Это позволяет сформировать расчетное напряженно-деформируемое состояние массива грунта, обеспечивающее управляемый подъем надземного сооружения, используя эффект гидродомкрата, размещенного под всей площадью объекта. Проведение компенсационного нагнетания возможно практически в любых нескальных грунтах.

При этом технологию компенсационного нагнетания можно рассматривать в качестве безальтернативного метода не только для выравнивания зданий и сооружений в случае проявившихся деформаций, но и в качестве наиболее эффективной превентивной меры при защите зданий, находящихся в зоне влияния строящихся подземных сооружений. Эффективность технологии компенсационного нагнетания обусловлена тем, что если при традиционных методах защиты они должны быть реализованы в полном объеме до начала строительства подземных сооружений исходя из наиболее пессимистичного варианта сочетания всех возможных геотехнических рисков, то при технологии компенсационного нагнетания до начала строительства подземных сооружений выполняются только подготовительные работы, а на стадии строительства компенсационное нагнетание реализуется только в том объеме, который соответствует фактической величине проявляющихся деформаций.

В зависимости от реальных геотехнических условий, с целью исключения эффекта неуправляемого гидроразрыва в процессе инъекционного нагнетания необходимо применять специальные смеси на минеральной основе с регулируемой вязкостью и кинетикой затвердевания [9, 10]. Так, например, в несвязных грунтах с высокой степенью проницаемости применяются низконапорное фильтрационное нагнетание, ког-

да в грунт нагнетается высокоподвижная смесь, которая после заполнения открытых пор и капилляров в структуре грунта интенсивно загустевает, формируя так называемый вмещающий массив грунта, который исключает развитие неуправляемого гидроразрыва на стадии подъема. При этом возможно многократное повторное выполнение инъекций с технологическими перерывами между ними, необходимыми для затвердевания раствора после инъектирования во вмещающий массив на предыдущей стадии.

Важным преимуществом классической технологии компенсационного нагнетания по сравнению с другими методами защиты зданий и сооружений является возможность прогнозирования с высокой степенью достоверности процессов развития вероятных деформаций и технологических параметров нагнетания как аналитическими, так и численными методами практически во всех видах грунтов. Эффективность этой технологии по техническим и экономическим показателям многократно подтверждалась зарубежной и отечественной практикой [13–16].

Технология компенсационного нагнетания реализуется для решения двух видов геотехнических задач:

- для защиты существующих зданий и сооружений от возможного развития сверхнормативных деформаций под влиянием строящихся подземных объектов различного назначения;
- для устранения проявившихся сверхнормативных деформаций, подъема, выравнивания и возврата зданий и сооружений в проектное положение.

Выполнению буроинъекционных работ по технологии компенсационного нагнетания предшествует комплекс подготовительных мероприятий, предусматривающий тщательное обследование состояния основных несущих конструкций зданий и сооружений, нуждающихся в защите развития возможных деформаций или подъеме, выполнение инженерно-геологических и геофизических исследований оснований фундамента с определением фактических физико-механических характеристик грунта. На этой основе выполняется расчетное обоснование основных технологических параметров: количество инъекционной смеси, давление и интенсивность нагнетания; определяется коэффициент эффективности пенетрации (КЭП) как частное от деления интенсивности насыщения на давление нагнетания. Оценивается распределение инъекционной смеси по площади и высоте грунтового основания и выполняется прогноз развития перемещений основных строительных конструкций в процессе буроинъекционных работ.

С учетом взаимного размещения надземных и подземных сооружений, а также фактических геотехнических условий буроинъекционные скважины могут устраиваться (рис. 3) с дневной поверхностью

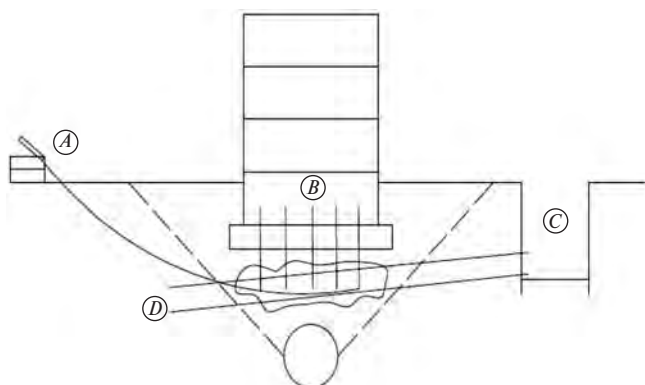


Рис. 3. Схема устройства буринъекционных скважин при компенсационном нагнетании с дневной поверхности с применением технологии горизонтально-направленного или наклонного бурения (А), из подвала (В), из специально устраиваемых технологических шахт или котлованов (С), из сервисных тоннелей (D)

Fig. 3. Scheme of arrangement of drilling wells for compensatory injection from the day surface using the technology of horizontally directed or inclined drilling (A), from the basement (B), from specially arranged technological shafts or pits (C), from service tunnels (D)

с применением технологии горизонтально-направленного или наклонного бурения (А), из подвала (В), из специально устраиваемых технологических шахт или котлованов (С), из сервисных тоннелей (D).

С целью исследования влияния основных технологических параметров на величину коэффициента эффективности компенсационного нагнетания (КЭП) при использовании инъекционной смеси на основе специального минерального вяжущего КН-1 выполнен комплекс лабораторных исследований с применением математического метода планирования эксперимента. В качестве факторов влияния были приняты давление нагнетания (P , бар), интенсивность нагнетания инъекционной смеси (V , л/мин) и модуль крупности кварцевого песка (M_k). Исследования выполнялись на водонасыщенной модели грунта диаметром 100 мм и длиной 300 мм. Инъектирование выполнялось с использованием производственного насосного оборудования DP 36-2-B. Инъекционная смесь приготавливалась с В/Т=3,5 в скоростном производственном смесителе в течение 5 мин.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что оптимальная величина КЭП, характеризующего инъекционное закрепление грунта в режиме пропитки, находится в пределах КЭП=2–6 л/мин/бар. В случае, если величина КЭП<2, следует обеспечить применение химических добавок с повышенным диспергирующим эффектом либо выполнить по крайней мере трехкратную «промывку» структуры грунта водой с повышенным содержанием пластифицирующей добавки.

На основе анализа результатов выполненных исследований можно сделать вывод, что прочностные и деформационные характеристики исходных образцов грунта существенно повышаются при пропитке

Свойства пропитанных грунтов
The properties of the impregnated soils

Образец	Параметр	Исходный материал	Материал, пропитанный раствором	Увеличение параметра, %
Песок средней крупности	E , МПа	46,59	55,97	20,13
	ϕ , °	31,91	43,96	36,42
	$E_{k(0,1-0,2)}$, МПа	9,07	25,84	184,9
Песок мелкий	E , МПа	44,97	59,04	19,05
	ϕ , °	30,49	36,65	20,52
	$E_{k(0,1-0,2)}$, МПа	13,22	18,7	41,45

специальной инъекционной смесью на основе КН-1. Сравнительный анализ результатов исследования приведен в таблице.

Как видно из результатов исследования свойств грунта, приведенных в таблице после его обработки инъекционной смесью «КН-1» модуль деформаций песков (E) как средней крупности, так и мелкого увеличился на 19–20%. Компрессионный модуль деформаций ($E_{k(0,1-0,2)}$) увеличился соответственно на 184,9% для среднего песка и на 41,5% для мелкого песка, угол внутреннего трения (ϕ) увеличился на 36 и 20,5% соответственно. Таким образом, предварительная обработка вмещающего массива грунта существенно снижает риск развития неуправляемого гидроразрыва, что является главной предпосылкой для повышения коэффициента эффективности компенсационного нагнетания.

Эффективные способы ликвидации водопроявлений при эксплуатации подземных сооружений

Наиболее эффективным методом ликвидации различного вида водопроявлений в подземных сооружениях является комбинация инъекционных технологий с применением минеральных особо тонкодисперсных порошков, технологий с применением однокомпонентных полимерных систем и технологий применения тампонажных смесей на основе специальных строительных смесей. Это связано с тем, что инъекционные растворы на минеральной основе обладают высокой технологичностью, являются экологически нейтральными, имеют высокую долговечность при более низкой себестоимости по сравнению с полимерными системами [10–12]. Специальные тампонажные смеси применяются с целью заполнения крупных пустот, каверн и трещин (первый этап), с последующим инъектированием смесей с применением микроцементов для заполнения капиллярно-пористой структуры и микротрещин как в грунте, так и в железобетонных ограждающих конструкциях.

Важным фактором, определяющим эффективность применения инъекционных систем на минеральной основе, является их материальная однородность

с бетонными ограждающими конструкциями тоннельных сооружений, высокая прочность и долговечность, низкий коэффициент фильтрации, проявление эффекта самозалечивания трещин в бетоне с шириной раскрытия до 1 мм. Главным критерием технологичности инъекционных смесей, предназначенных для ликвидации водопроявлений в тоннельных и притоннельных сооружениях, является низкая вязкость и высокая седиментационная устойчивость, сохраняемая в период до 90 мин, управляемое структурообразование и кинетика набора прочности после завершения инъекционных работ, долговечность, термоморозостойкость, морозосолеустойкость. Исходя из многообразия задач, связанных с ликвидацией водопроявлений в подземных сооружениях, специалистами НИУ МГСУ разработаны и освоены инъекционные смеси на минеральной основе: «ПФС+», «Аквабиндер-У», «Аквабиндер-МД», «Интроцем». Нужно отметить, что особо тонкодисперсные вяжущие «Интроцем» разработаны в рамках реализации программы импортозамещения, в качестве альтернативы минеральным вяжущим «Микродур», широко применяемым для приготовления различных инъекционных систем на минеральной основе [10, 11].

«Интроцем» является экологически чистым продуктом, совместимым по минеральному составу с грунтом или бетоном. В зависимости от дисперсности частиц, содержащихся в количестве 95% от массы вяжущего, классифицируется на три вида: «Интроцем-Экстра» при $d_{95} \leq 5,5$; «Интроцем-Ультра» при $d_{95} \leq 9$; «Интроцем-Стандарт» при $d_{95} \leq 15,5$.

Одним из наглядных практических примеров, демонстрирующих эффективность применения микроцемента «Интроцем» в комбинированной технологии цементации для ликвидации водопроявлений, является ликвидация водопроявлений в Алабяно-Балтийском тоннеле в Москве. На объекте было выполнено 3450 инъекционных скважин, использовано 96,44 т тампонажных смесей на основе специальных композиционных вяжущих и 78,32 т микроцемента «Интроцем» в качестве самостоятельного инъекционного материала. Полиуретановые быстровспенивающиеся смолы применялись для быстрой ликвидации активных водопроявлений. Последующее инъектирование полиуретановых смол применяется для создания гидроизоляции.

Как показала практика ликвидации водопроявлений в зависимости от геотехнических условий и интенсивности водопроявлений, объем потребляемых минеральных вяжущих может изменяться от 20 кг на погонный м тоннеля до 250 кг на погонный м.

Готовая к употреблению сухая смесь «Аквабиндер-У» представляет собой композиционное минеральное вяжущее для приготовления инъекционных

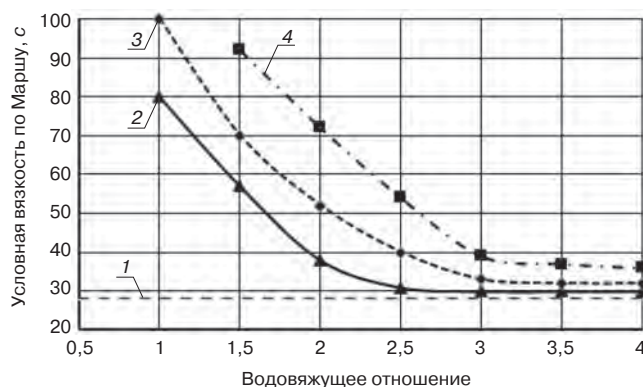


Рис. 4. Влияние В/В на условную вязкость по воронке Марша при $T=200^{\circ}\text{C}$: 1 – вода; 2 – ПФС+, 0 мин; 3 – ПФС+, 30 мин; 4 – ПФС+, 60 мин

Fig. 4. Effect of W/B on the conditional viscosity according to the March funnel at $T=200^{\circ}\text{C}$: 1 – water; 2 – PFS+, 0 min; 3 – PFS+30 min; 4 – PFS+60 min

растворов с регулируемыми сроками схватывания и затвердевания. Материал предназначен для стабилизации и упрочнения водонасыщенных грунтов, включая грунты плавунного типа. Раствор может применяться как в манжетной технологии, так и в струйной цементации «Jet-1». Это является особенно актуальным при производстве работ по стабилизации и упрочнению водонасыщенных грунтов, обладающих плавунными свойствами.

Для выполнения работ по устройству тоннельной обделки в условиях водонасыщенных неустойчивых грунтов, имеющих характер плавунных грунтов, предусмотрена их стабилизация и упрочнение с применением химических методов и технологического оборудования, предназначенного для двухкомпонентной струйной цементации. В качестве инъекционного материала применяется двухкомпонентное композиционное вяжущее «АкваБиндер-МД» (ТУ 5744-021-43260800–2015), предназначенное для стабилизации водонасыщенных и плавунных грунтов. Через инъекционную форсунку одновременно подаются два компонента (компонент «А» и компонент «Б»), которые смешиваются с водонасыщенным грунтом и обеспечивают его быстрое загустевание, стабилизацию структуры с прочностью при сжатии через 30 мин не менее 0,01 МПа, а через 3 сут – не менее 0,07 МПа. В проектном возрасте прочность грунта составляет 0,1–1,5 МПа в зависимости от соотношения компонентов и режима струйной цементации.

Для ликвидации зон разуплотнения заобделочного пространства, сформированных вследствие суффозионного разуплотнения, применялись инъекционные смеси на основе композиционных вяжущих «ПФС+». По результатам выполненных исследований установлены реологические характеристики «ПФС+», которые определяют эффективные области его применения. В качестве раствора для ликвидации пустот и разуплотнений грунта в заобделочном пространстве

тоннельных сооружений применяются растворы с водовязущим отношением $V/B=1-2,5$ в зависимости от проектной прочности. На основании экспериментальных исследований установлено, что «ПФС+» с водовязущим отношением $V/B=2,5$ и более обладает условной вязкостью по воронке Марша, сопоставимой с условной вязкостью воды в течение 60 мин после приготовления инъекционного раствора (рис. 4).

Такая инъекционная смесь может применяться как с использованием односторонних разжимных или забивных пакеров, так и по манжетной технологии для закрепления грунтов с формированием грунтобетонных массивов с заданными геометрическими параметрами, противофильтрационными свойствами и прочностью.

Выводы

Задачи, связанные с восполнением дефицита грунта в основании существующих зданий и сооружений, сформировавшегося в результате разработки грунта при возведении подземных сооружений, суффозионных процессов и т. п., а также с ликвидацией водопроявлений в подземных сооружениях, могут быть успешно решены путем использования инъек-

ционных технологий на основе инъекционных смесей, разработанных и освоенных в НИУ МГСУ.

Защита зданий и сооружений от сверхнормативных осадочных деформаций при освоении подземного пространства в условиях плотной городской застройки обеспечивается технологией компенсационного нагнетания с применением специальных инъекционных систем на минеральной основе.

На основании выполненных исследований и анализа результатов производственного опыта установлено, что для ликвидации активных водопроявлений через тело ограждающих конструкций подземных сооружений целесообразно применять комбинированные инъекционные системы.

В качестве превентивной меры для ликвидации активных водопроявлений необходимо использовать инъекционные системы на полимерной основе, с последующим нагнетанием специальных инъекционных смесей на основе особо тонкодисперсных минеральных вяжущих. В зависимости от геотехнических условий и интенсивности водопроявлений суммарный объем потребляемых инъекционных смесей на минеральной основе составляет от 20 до 250 кг на погонный метр тоннеля.

Список литературы

1. Davik K., Andersson H. Urban road tunnels – an underground solution to above-ground problems. *Norwegian Tunneling Society*. Oslo, 2002. No. 12, pp. 23–34.
2. Karlsrud K. Control of water discharges during the construction of tunnels within the city of Oslo. *Norwegian Tunneling Society*. Oslo, 2002. No. 12, pp. 13–22.
3. Tolppanen P., Syrzaenen P. The practice of cementation of tunnels in Finland, Sweden and Norway. MTR Julkaisut N: RO 1. 2006. 154 p.
4. Bitnes A. Practice of building long tunnels in Norway. *Tunnels and Tunneling International*. 2005. 210 p.
5. Кубал М. Гидроизоляция зданий и конструкций. М.: Техносфера, 2012. 600 с.
6. Projektmanagment of National Asociacion Waterproofing Contractors. Cleveland. OH 44122. 2010. 140 p.
7. Sealant Waterproofong and Restoration Institute (SWRI). Kansas City. MO 64105. 2010. 210 p.
8. Alimov L, Kharcenko I and Voronin V. Nanomodified compositions based on finelz dispersed binders for soil reinforcement. *MATEC Web of Conferences*. 106, 02004 (2071) SPbWOSCE-201.
9. Харченко И.Я., Кривчун С.А., Бурьянов А.Ф., Харченко А.И. Структура и свойства грунтобетонов для освоения подземного пространства в условиях плотной городской застройки // *Междун. науч.*

References

1. Davik K., Andersson H. Urban road tunnels – an underground solution to above-ground problems. *Norwegian Tunneling Society*. Oslo, 2002. No. 12, pp. 23–34.
2. Karlsrud K. Control of water discharges during the construction of tunnels within the city of Oslo. *Norwegian Tunneling Society*. Oslo, 2002. No. 12, pp. 13–22.
3. Tolppanen P., Syrzaenen P. The practice of cementation of tunnels in Finland, Sweden and Norway. MTR Julkaisut N: RO 1. 2006. 154 p.
4. Bitnes A. Practice of building long tunnels in Norway. *Tunnels and Tunneling International*. 2005. 210 p.
5. Kubal M. Gidroizolyatsiya zdaniy i konstruksiy [Waterproofing of buildings and structures]. Moscow: Tekhnosfera. 2012. 600 p.
6. Projektmanagment of National Asociacion Waterproofing Contractors. Cleveland. OH 44122. 2010. 140 p.
7. Sealant Waterproofong and Restoration Institute (SWRI). Kansas City. MO 64105. 2010. 210 p.
8. Alimov L, Kharcenko I and Voronin V. Nanomodified compositions based on finelz dispersed binders for soil reinforcement. *MATEC Web of Conferences*. 106, 02004 (2071) SPbWOSCE-201.
9. Kharchenko I.Ya., Krivchun S.A., Buryanov A.F., Kharchenko A.I. Structure and properties of soil concrete for the development of underground space in

- конф. «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании». Москва, 16–17.11.2016. С. 722–728.
10. Панченко А.И., Харченко И.Я., Алексеев С.В. Микроцементы, М.: Изд. АСВ. 2014. 76 с.
 11. Harcenko A.I., Bagenov D.A., Sugkoev Z.A.: Kompositbindemittel fur Hochdruckinjektionen bei wassergesatigten Boden. 19 Internationale Baustoftagung "IBAUSIL". 13.09.–16.09.2015, Weimar, pp. 367–374.
 12. Панченко А.И., Харченко И.Я. Особо тонкодисперсное минеральное вяжущее «Микродур»: свойства, технология и перспективы использования. *Строительные материалы*. 2005. № 10. С. 76–78.
 13. Bezuijen A. Compensation grouting in sand. *Experiments, field experiences and mechanisms*. 2010. pp. 98.
 14. Moseley M.P., Kirsch K., Falk E. Soil fracturing. *Ground Improvement (second Edition)*. 2004. 227 p.
 15. Freng R.M., Harris D. Innovative engineering to control Big Ben's tilt. *Ingenia (Royal Academy of Engineering)*. No. 9. 2001, pp. 23–27.
 16. Смолдырев А.Е. Технологическая схема компенсационного нагнетания твердеющих смесей в грунты при строительстве тоннеля в Лефортово // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2000. № 1. С. 21–22.
- conditions of dense urban development. *Int. scientific. Conf. Integration, partnership and innovation in building science and education*. Moscow, 16–17.11.2016, pp. 722–228. (In Russian).
10. Panchenko A.I., Kharchenko I.Ya., Alekseev S.V. Mikro-tsementy [Microcements]. Moscow: ASV. 2014. 76 p.
 11. Harcenko A.I., Bagenov D.A., Sugkoev Z.A.: Kompositbindemittel fur Hochdruckinjektionen bei wassergesatigten Boden. 19 Internationale Baustoftagung "IBAUSIL". 13.09.–16.09.2015, Weimar, pp. 367–374.
 12. Panchenko A.I., Kharchenko I.Ya. Particularly finely dispersed mineral binder «Microdur»: properties, technology and prospects of use. *Stroitel'nyye materialy* [Construction Materials]. 2005. No. 10, pp. 76–78. (In Russian).
 13. Bezuijen A. Compensation grouting in sand. *Experiments, field experiences and mechanisms*. 2010. pp. 98.
 14. Moseley M.P., Kirsch K., Falk E. Soil fracturing. *Ground Improvement (second Edition)*. 2004. 227 p.
 15. Freng R.M., Harris D. Innovative engineering to control Big Ben's tilt. *Ingenia (Royal Academy of Engineering)*. No. 9. 2001, pp. 23–27.
 16. Smoldyrev A.E. Technological scheme of compensatory injection of hardening mixtures into soils during the construction of a tunnel in Lefortovo. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov*. 2000. No. 1, pp. 21–22. (In Russian).



XV Международный симпозиум по реологии грунтов «Теория и практика фундаментостроения»

г. Казань



2–4 июня 2021 г.



Тематика XV Международного симпозиума по реологии грунтов:

- Теория и реологические модели грунтов
- Экспериментальная реология грунтов
- Теория и расчетные модели грунтов, опыт решения геотехнических задач
- Экспериментальные исследования геотехнических систем
- Аналитические решения на основе реологических моделей
- Численное моделирование НДС массивов на основе реологических моделей

Организаторы симпозиума:

Российское общество по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению (РОМГГиФ)
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Министерство строительства архитектуры и жилищно-коммунальных хозяйств Республики Татарстан

Организационный комитет симпозиума:

Председатель:
Р.К. Низамов – ректор КГАСУ д.т.н., профессор
Заместители председателя:
И.Т. Мирсяпов – зав. кафедрой ОФДСиИГ КГАСУ д.т.н., профессор
З.Г. Тер-Мартirosян – профессор кафедры геотехники НИУ МГСУ д.т.н., профессор

Информационные спонсоры

Научно-технический журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов»
Журнал «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»
Журналы «Жилищное строительство», «Строительные материалы»®, «Бетон и железобетон»

Секретариат: И.В. Королева – КГАСУ, г. Казань; Д.Д. Сабирзянов – КГАСУ, г. Казань

Адрес секретариата: 420043 г. Казань ул. Зеленая, 1, КГАСУ, каф. ОФДСиИГ

Тел. 8-095-170-27-67 (Г.К. Фурсова); Тел. 8-843-510-47-15 (И.В. Королева, Д.Д. Сабирзянов)

Факс: 8-843-238-79-72, e-mail: mirsayapov1@mail.ru

Для регистрации в качестве участника XV Международного симпозиума по реологии грунтов обращайтесь по электронному адресу: e-mail: reologiya@mail.ru или по факсу: +7-843-238-79-72

Как подготовить к публикации научно-техническую статью

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

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

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

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

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

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНиПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.
2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние пять лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

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

ВНИМАНИЕ! С 1 января 2020 г. изменены требования к оформлению статей. Обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам!»

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

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

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

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

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства

<http://rifsm.ru/page/7/>

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



Все отлично складывается!

Решение задач любой сложности в строительстве из сборного ЖБ

Самое мощное BIM программное обеспечение для сборного железобетона повышает прибыльность проектов. Программное обеспечение Tekla, создано для производителей и проектировщиков ЖБИ, оно помогает снизить число ошибок, которые могли бы возникнуть в процессе ручной работы, это приводит к отлаженным процессам с более качественной информацией. Всё работает как точный механизм! Нужная информация всегда под рукой в проектом отделе, на производстве и на строительной площадке.

Узнайте больше: www.tekla.com/ru/жби