

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ<sup>®</sup> №3



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

МАРТ 2018 г.

(757)

**PROGRESS GROUP**



## ГЛОБАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИНДУСТРИИ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

- Автоматизированные индивидуальные линии циркуляции паллет
- Оборудование для производства арматурных элементов и сетки
- Кассетные формы, опрокидывающиеся столы, опалубочные системы
- Оборудование для преднапряженных элементов и тестовая линия
- Собственный завод стеновых панелей и перекрытий
- Программное обеспечение и комплексная система ERP

[www.progress-group.info](http://www.progress-group.info)







# 50 ЛЕТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ 1968-2018 гг.



ПОЛВЕКА В ЖИЗНИ ВОРОНЕЖА

г. Воронеж, ул. Пеше-Стрелецкая, 95  
(473) 263-29-36

 **ДСК**  
[www.dsk.vrn.ru](http://www.dsk.vrn.ru)



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

## №3

Основан в 1955 г.

(757) март 2018 г.

**Учредитель журнала:**  
ООО Рекламно-издательская  
фирма «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»  
Свидетельство о регистрации  
ПИ №77-1989  
**Входит в Перечень ВАК,**  
государственный проект **РИНЦ,**  
Russian Science Citation Index  
на платформе Web of Science

### Главный редактор:

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

### Редакционный совет:

**РЕСИН В.И.,**  
председатель, д-р экон. наук,  
профессор, академик РААСН (Москва)

**АСКАДСКИЙ А.А.,**  
д-р хим. наук, профессор (Москва)

**БУРЬЯНОВ А.Ф.,**  
д-р техн. наук, директор Российской  
гипсовой ассоциации (Москва)

**БУТКЕВИЧ Г.Р.,**  
канд. техн. наук, член правления  
Ассоциации «Недра» (Москва)

**ВАЙСБЕРГ Л.А.,**  
д-р техн. наук, профессор,  
академик РАН  
(Санкт-Петербург)

**ВЕРЕЩАГИН В.И.,**  
д-р техн. наук, профессор (Томск)

**ГОРИН В.М.,**  
канд. техн. наук, президент Союза  
производителей керамзита и  
керамзитобетона (Самара)

**ЖУРАВЛЕВ А.А.,**  
Президент Ассоциации «Недра» (Москва)

**КОРОЛЕВ Е.В.,**  
д-р техн. наук, профессор (Москва)

**КРИВЕНКО П.В.,**  
д-р техн. наук, профессор (Украина)

**ЛЕОНОВИЧ С.Н.,**  
д-р техн. наук, профессор (Беларусь)

**ЛЕСОВИК В.С.,**  
д-р техн. наук, профессор,  
член-корреспондент РААСН (Белгород)

**ОРЕШКИН Д.В.,**  
д-р техн. наук, профессор (Москва)

**ПИЧУГИН А.П.,**  
д-р техн. наук, профессор  
(Новосибирск)

**ПУХАРЕНКО Ю.В.,**  
д-р техн. наук, профессор,  
член-корреспондент РААСН  
(Санкт-Петербург)

**ФЕДОСОВ С.В.,**  
д-р техн. наук, профессор,  
академик РААСН (Иваново)

**ФИШЕР Х.-Б.,**  
доктор-инженер (Германия)

**ХОЗИН В.Г.,**  
д-р техн. наук, профессор (Казань)

**ЧЕРНЫШОВ Е.М.,**  
д-р техн. наук, профессор,  
академик РААСН (Воронеж)

**ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.,**  
канд. техн. наук (Омск)

**ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И.,**  
д-р техн. наук, профессор (Израиль)

**ЯКОВЛЕВ Г.И.,**  
д-р техн. наук, профессор (Ижевск)

© ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»,  
журнал «Строительные материалы»®, 2018

### Нормативная база отрасли

- Б.С. СОКОЛОВ, С.А. ЗЕНИН  
**Анализ нормативной базы проектирования железобетонных конструкций** ..... 4
- А.П. ШАЛАЕВ  
**Обязательное подтверждение соответствия строительных материалов** ..... 13

### Общие вопросы строительства

- И.И. АКУЛОВА, Е.И. ЧЕРНЫШОВ  
**Стратегия развития регионального строительного комплекса:  
технология разработки, направления и опыт реализации** ..... 17

### Крупнопанельное домостроение

- 3D-объемная опалубка для эффективного производства  
от Tescocom Spa (Progress Group) (Информация)** ..... 24
- ePbos® – система планирования ресурсов предприятия  
от Progress Software Development GmbH (Progress Group) (Информация)** ..... 25
- В.В. ГРАНЕВ, Э.Н. КОДЫШ, Н.Н. ТРЕКИН, К.Е. СОСЕДОВ  
**Арматура класса АnB00С в современном строительстве** ..... 26
- ДСК – полвека в жизни Воронежа (Информация)** ..... 30
- Высокочастотный вибратор бетонной смеси от WECKENMANN (Информация)** ..... 34
- EVG усовершенствует свои сеткосварочные установки (Информация)** ..... 36
- Бетоносмесительный узел ТЕКА для завода по производству станин  
из ультравысокопрочного бетона в Китае (Информация)** ..... 38

- А.Г. КОВРИГИН, А.В. МАСЛОВ, А.В. ГРАНОВСКИЙ  
**Сейсмическая безопасность стеновых панелей со связями СПА7,5** ..... 41
- Промышленная комплексная инженерия для предприятий стройиндустрии  
от «Приволжского Центра Строительные Технологии» (Информация)** ..... 46
- О.В. БОГОМОЛОВ  
**Оценка энергоэффективности производства железобетонных изделий** ..... 48
- Международный опыт производства железобетонных изделий  
с Нордимпианти (Информация)** ..... 50

### Материалы и конструкции

- Т.А. МАЦЕЕВИЧ, А.А. АСКАДСКИЙ  
**Террасные доски: состав, изготовление, свойства. Часть 2: термические свойства,  
водопоглощение, истираемость, твердость, устойчивость к климатическим  
воздействиям, использование вторичных полимеров** ..... 55

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

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.

**Founder of the journal:**  
 «STROYMATERIALY»  
 Advertising-Publishing Firm, OOO  
 Registration certificate  
 PI № 77–1989  
 Included in the list of journals of  
 the Higher Attestation Commission  
 (Russia), Project Russian Science  
 Citation Index (Russia), Russian  
 Science Citation Index on the  
 platform Web of Science

Monthly scientific-technical and industrial journal

# STROITEL'NYE MATERIALY®

Founded in 1955

No 3  
(757) March 2018

**Editor-in-chief**

**YUMASHEVA E.**,  
 engineer-chemist-technologist,  
 Honorary Builder of Russia

**Editorial Board**

**RESIN V.**,  
 Chairman, Doctor of Sciences (Economy),  
 Professor (Moscow)

**ASKADSKIY A.**,  
 Doctor of Sciences (Chemistry),  
 Professor (Moscow)

**BUR'YANOV A.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering), Director  
 of the Russian Association of gypsum  
 (Moscow)

**BUTKEVICH G.**,  
 Candidate of Sciences (Engineering),  
 member of the Board of Association  
 «Nedra» (Moscow)

**VAYSBERG L.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Academician of RAS  
 (St. Petersburg)

**VERESHCHAGIN V.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Tomsk)

**GORIN V.**,  
 Candidate of Sciences (Engineering),  
 President of the Union of Haydite and  
 Haydite Concrete Producers (Samara)

**ZHURAVLEV A.**,  
 President of the Association «Nedra»  
 (Moscow);

**KOROLEV E.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Moscow)

**KRIVENKO P.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Ukraine)

**LEONOVICH S.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Belarus, Minsk)

**LESOVIK V.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Corresponding Member of RAACS  
 (Belgorod)

**ORESHKIN D.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Moscow)

**PICHUGIN A.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor, Member of the Russian Academy  
 of Natural Sciences (Novosibirsk),

**PUKHARENKO Yu.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (St. Petersburg)

**FEDOSOV S.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor, Academician of RAACS (Ivanovo)

**FISHER H.-B.**,  
 Doctor-Engineer (Germany, Weimar)

**KHOZIN V.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Kazan)

**CHERNYSHOV E.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor, Academician of RAACS  
 (Voronezh)

**SHLEGEL I.**,  
 Candidate of Sciences (Engineering),  
 OOO «INTA-Stroy» (Omsk)

**SHTACKELBERG D.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Israel)

**YAKOVLEV G.**,  
 Doctor of Sciences (Engineering),  
 Professor (Izhevsk)

**Normative base of the industry**

B.S. SOKOLOV, S.A. ZENIN

**Analysis of the Regulatory Base for Designing Reinforced Concrete Structures ..... 4**

A.P. SHALAEV

**Mandatory Confirmation of Compliance of Building Materials ..... 13**

**General issues of construction**

I.I. AKULOVA, E.M. CHERNYSHOV

**Strategy of Development for a Regional Construction Complex:**

**Technology of Development, Direction and Experience of Realization..... 17**

**Large-panel housing construction**

**3D-volumetric Formwork for Efficient Production from Tecnomoc SPA (Information) .. 24**

**e'Pbos® is a System of Planning Resources of an Enterprise**

**from Progress Software Development GmbH (Progress Group) (Information) ..... 25**

V.V. GRANEV, E.N. KODYSH, N.N. TREKIN, K.E. SOSEDOV

**Reinforcement of An600C Class in Modern Construction..... 26**

**IHBF: Half a Century in the Life of Voronezh (Information) ..... 30**

**High-Frequency Concrete Mix Vibrator from WECKENMANN (Information) ..... 34**

**EVG will Improve its Mesh-Welding Units (Information) ..... 36**

**Concrete Mixing Units TEKA for the Factory Producing**

**Ultra-High Performance Concrete Frames in China (Information)..... 38**

A.V. KOVRIGIN, A.V. MASLOV, A.V. GRANOVSKY

**Seismic Safety of Wall Panels with Ties SPA7.5 ..... 41**

**Industrial Complex Engineering for Building Industry Enterprises**

**from "Privolzhsky Tsent. StroitelnyyeTekhnologii" (Information) ..... 46**

O.V. BOGOMOLOV

**Estimate of Energy Efficiency of Manufacturing Reinforced Concrete Products..... 48**

**International Experience in Production of Reinforced Concrete Products**

**with Nordimpianti (Information)..... 50**

**Materials and structures**

T.A. MATSEEVICH, A.A. ASKADSKII

**Decking: Structure, Manufacturing, Properties. Part 2: Thermal Properties,**

**Water absorption, Abrasion, Hardness, Resistance to Climatic Influences,**

**the use of Recycled Polymers. .... 55**



# Строительные материалы № 3

Г.И. ГРИНФЕЛЬД, А.А. ВИШНЕВСКИЙ, А.С. СМИРНОВА

Производство автоклавного газобетона в России в 2017 году ..... 62

## Результаты научных исследований

Н.С. СОКОЛОВ

Исследование и разработка генератора импульсных токов (ГИТ) для устройства буровых свай ..... 65

А.М. ИБРАГИМОВ, А.В. ЛИПЕНИНА

Проектирование конструкции стенки доменной печи из эффективных материалов.

Часть 1. Постановка задачи и предпосылки расчета ..... 70

М.А. ГАЗИЕВ

Эмпирический метод расчета влажностно-карбонизационных напряжений

в панелях из ячеистого бетона с учетом его реологических свойств ..... 75

С.В. АНИСИМОВА, Ю.Н. ШУРЫГИНА, С.М. ПАВЛИКОВА, А.Е. КОРШУНОВ

Полимерные водные дисперсии в технологиях применения сухих строительных смесей ..... 80

За каким видом дорожных покрытий будущее? (Информация) ..... 86

# Stroitel'nye Materialy No. 3

G.I. GRINFELD, A.A. VISHNEVSKY, A.S. SMIRNOVA

Production of Autoclaved Aerated Concrete in Russia in 2017 ..... 62

## Results of scientific research

N.S. SOKOLOV

Research and Development of Pulse Current Generator (PCG) for Installation of Bored Piles ..... 65

A.M. IBRAGIMOV, A.V. LIPENINA

Design of the Blast Furnace Wall Structure Made of Efficient Materials.

Part 1. Statement of a Problem and Calculation Prerequisites ..... 70

M.A. GAZIEV

An Empirical Method for Calculating Wetness-Carbonization Stresses Emerges in Panels

of Aerated Concrete, with Considering its Rheological Properties ..... 75

S.V. ANISIMOVA, Yu.N. SHURYGINA, S.M. PAVLIKOVA, A.E. KORSHUNOV

Polymeric Water Dispersions in Technologies of Dry Building Mixes Application ..... 80

What Kind of Road Pavements is the Future? (Information) ..... 86

## Уважаемые коллеги!

Подписку на журнал «Строительные материалы»® всегда можно оформить через редакцию. Для этого необходимо прислать заявку в произвольной форме по тел./факсу: (499) 976-22-08, 976-20-36 или по эл. почте: mail@rifsm.ru. В заявке надо указать название организации (для выставления счета), юридический и почтовый адреса, телефон и контактное лицо. Открыта подписка на электронную версию журнала: <http://rifsm.ru/page/5/>

На почте подписку можно оформить:



По объединенному каталогу  
«Пресса России»

индекс **70886**



По каталогу агентства  
«Роспечать»

индекс **79809**

Б.С. СОКОЛОВ, канд. техн. наук (moo-shell@mail.ru), С.А. ЗЕНИН, канд. техн. наук (lab01@mail.ru)

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

## Анализ нормативной базы проектирования железобетонных конструкций

Появление новых строительных материалов, технологий и методов проектирования приводит к необходимости постоянного обновления нормативной базы строительства, а расширение и углубление сотрудничества между государствами влечет за собой необходимость гармонизации российских нормативно-технических документов с международными. Техническое регулирование в области проектирования и строительства с применением железобетона приобретает особое значение ввиду лидирующих позиций железобетона в общей структуре мирового производства строительной продукции. Проведен анализ отечественных нормативных документов по проектированию; выполнена систематизация правовых, технических и методических документов, сводов правил, стандартов, относящихся к проектированию; проанализированы наиболее распространенные зарубежные и международные системы нормативных документов в области проектирования железобетонных конструкций, их требования сопоставлены с требованиями отечественных норм. Выявлены вопросы, в неполной мере освещенные в действующих нормативно-технических документах. Определены документы, требующие разработки, переработки или отмены. На основе полученных результатов сформирована иерархическая структура комплекса нормативных документов в области проектирования железобетонных конструкций, включающая базовый и три последовательно подчиненных уровня нормативных документов. Разработаны предложения по корректировке и дополнению отечественной системы нормативных документов, по внесению изменений в существующие документы и разработке новых. В числе важнейших направлений работы по развитию нормативной базы следует выделить нормирование в области эксплуатации железобетонных конструкций и зданий из железобетона; нормирование в области научно-технического сопровождения проектирования и строительства; нормирование в области обеспечения огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций.

**Ключевые слова:** проектирование, железобетонные конструкции, нормативно-техническая документация (НТД), стандарт, свод правил.

**Для цитирования:** Соколов Б.С., Зенин С.А. Анализ нормативной базы проектирования железобетонных конструкций // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 4–12.

B.S. SOKOLOV, Candidate of Science (Engineering), S.A. ZENIN, Candidate of Science (Engineering)  
Research, Design and Technological Institute For Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev,  
"Research and Development Center "Stroitel'stvo" AO (6, 2<sup>nd</sup> Institut'skaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

### Analysis of the Regulatory Base for Designing Reinforced Concrete Structures

The emergence of new building materials, technologies, and design methods leads to the necessity of permanent renovation of the construction regulatory base, and the expansion and deepening of cooperation between the states entails the necessity to harmonize Russian regulatory-technical documentation with international documents. Technical regulation in the field of design and construction with the use of reinforced concrete is of particular importance due to the leading positions of reinforced concrete in the overall structure of the world manufacture of building products. The analysis of domestic regulatory documents on the design of reinforced concrete structures has been made. The systematization of legal, technical and methodical documents, codes of rules, standards related to the design of reinforced concrete structures has been executed. Have been analyzed the most widespread foreign and international systems of regulatory documents in the field of reinforced concrete structures design, their requirements have been compared with requirements of domestic norms. The issues which were partially covered in the existing regulatory-technical documents have been revealed. Documents required to be developed, redeveloped or canceled have been determined. On the basis of results obtained, the hierarchical structure of the complex of regulatory documents in the field of design of reinforced concrete structures including the basic and three consistently subordinated levels of regulatory documents has been formed. Proposals on correction and addition of the domestic system of regulatory documents, making changes in the existing documents and development of new ones have been developed. Among the most important areas of work on the development of the regulatory base it is necessary to identify the regulation in the field of operation of reinforced concrete structures and buildings, regulation in the field of scientific-technical support of design and construction, regulation in the field of providing the fire resistance and fire durability of reinforced concrete structures.

**Keywords:** design, reinforced concrete structures, regulatory-technical documentation, standard, code of rules.

**For citation:** Sokolov B.S., Zenin S.A. Analysis of the regulatory base for designing reinforced concrete structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 4–12. (In Russian).

В настоящее время проводится работа по развитию и совершенствованию нормативной технической и научной базы в области строительства с целью повышения уровня безопасности людей в зданиях и сооружениях. Необходимость этой работы обусловлена рядом причин. Так, при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений используются как на обязательной, так и на добровольной основе нормативно-технические документы (НТД), разработанные различными ведомствами, при этом часто противоречивые или дублирующие друг друга. Некоторые действующие нормативные документы требуют внесения изменений и дополнений, отдельные документы устарели и требуют отмены. Появление новых строительных материалов, технологий и методов проектирова-

ния приводит к необходимости постоянного обновления нормативной базы строительства, а расширение и углубление сотрудничества между государствами влечет за собой необходимость гармонизации российских нормативно-технических документов с международными.

Подготовке предложений по перспективному составу комплекса нормативно-технических документов в области проектирования бетонных и железобетонных конструкций, разработке требований к их содержанию, разработке предложений по внесению соответствующих изменений в нормативно-технические документы, а также предложений по разработке новых нормативно-технических документов в указанной области посвящена работа, выполненная специалистами НИИЖБ



им. А.А. Гвоздева. При выполнении работы решались следующие задачи:

- мониторинг и анализ нормативных технических документов в строительстве в области проектирования железобетонных и бетонных конструкций в целях определения потребностей отрасли в разработке нормативных технических документов в указанной области и определения перечня необходимых документов, а также требований к их содержанию;
- изучение зарубежных систем технического нормирования в указанных областях, сопоставление отечественной и зарубежной нормативной базы, выявление пробелов в отечественной нормативной базе, выявление дублирующих или противоречащих друг другу нормативных документов, разработка иерархической структуры комплексов нормативных технических документов и перспективного плана работ по формированию комплексов системы в области проектирования бетонных и железобетонных конструкций, установление взаимосвязей с нормативными документами, относящимися к смежным областям. Анализ всей нормативно-технической базы документов, действующих сейчас на территории РФ в области проектирования, позволяет ее условно разделить на шесть групп.

Группа 1. Нормативные документы РФ.

Группа 2. Документы субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Группа 3. Документы органов государственного надзора.

Группа 4. Ведомственные нормативные и методические документы.

Группа 5. Национальные и межгосударственные стандарты.

Группа 6. Специальные технические условия для проектирования уникальных и специальных объектов.

Основой системы нормативно-технических документов, действующих в области проектирования в строительной отрасли Российской Федерации, являются Градостроительный кодекс РФ, Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ, Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Эти документы регламентируют действие всей многообразной нормативно-технической базы документов, состоящей из национальных стандартов, сводов норм и правил, территориальных строительных норм и других документов, касающихся проектирования и строительства.

26 декабря 2014 г. Постановлением Правительства Российской Федерации № 1521 утвержден перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» с последующими изменениями от 29 сентября 2015 г., 7 декабря 2016 г.

В числе норм добровольного применения оказались документы по перечню нормативных документов, утвержденных приказом № 365 Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 30 марта 2015 г. (документ с изменениями, внесенными приказом Росстандарта от 25 декабря 2015 г. № 1650), в числе которых ряд межгосударственных стандартов (ГОСТов), национальных стандартов (ГОСТ Р), сводов правил (актуализированных и неактуализированных редакций СНИП, неактуализированных редакций сводов правил Госстроя России).

Кроме того, в составе нормативных документов РФ действуют следующие виды документов:

– своды правил и строительные нормы и правила (СП и СНИП), не вошедшие в перечень обязательных и добровольных документов, и пособия к ним;

– руководящие документы (РСН);

– нормативные документы, утвержденные Госстроем СССР и Госстроем РСФСР, – СН, РСН, ВСН.

В настоящее время единого документа, структурирующего область нормирования в проектировании и строительстве, нет. СНИП 10-01–1994 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения» отменен Постановлением Госстроя России № 164 от 10.09.2003 г. и признан недействующим на территории Российской Федерации. СНИП 10-01–2003 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения», издававшийся взамен СНИП 10-01–1994, не был принят.

Железобетон без преувеличения по уровню технических и экономических показателей является основным конструкционным материалом современности, лидируя в общей структуре мирового производства строительной продукции. Он фактически является безальтернативным материалом для применения в гражданском и других видах строительства. Общий объем ежегодного производства бетона и железобетона в мире, по оценкам, составляет 5,5 млрд. м<sup>3</sup>.

Техническое регулирование в области проектирования и строительства с применением железобетона в связи с этим приобретает особое значение. Стимулируя применение передовых технологических решений, современных строительных материалов и подходов к организации строительства, техническое регулирование оказывает значительное влияние на динамику развития строительной отрасли в целом.

Повышению качества проектирования и технологии изготовления железобетонных конструкций способствовали результаты огромного комплекса всесторонних исследований, разработка на их основе норм проектирования (начиная с 30-х гг. «Нормы и технические условия проектирования бетонных и железобетонных конструкций» НИТУ–39) и периодический пересмотр норм проектирования (НИТУ–49 и далее) по мере накопления знаний.

В результате было выпущено большое количество нормативной документации, включая строительные нормы и правила, пособия, руководства, рекомендации, инструкции, указания и т. п. Все эти источники пользовались и продолжают пользоваться большим спросом у проектировщиков, инженеров, научных работников, преподавателей вузов и студентов. Эти документы хотя и не входят в Перечень утвержденных Правительством РФ нормативных документов для обязательного применения, в настоящее время не утратили своего значения, до сих пор востребованы в строительной отрасли. Шагом вперед в области проектирования железобетонных строительных конструкций явился выход норм – НИТУ 123–55 «Нормы и технические условия проектирования бетонных и железобетонных конструкций» и СН 10–57 «Инструкция по проектированию предварительно напряженных конструкций», в которых впервые регламентировался расчет конструкций по методу предельных состояний, а также утвержденные Госстроем СССР для обязательного применения с 1.01.1955 г. Нормы строительного проектирования (ч. II), в которых в разделе Б «Нормы проектирования несущих конструкций» содержалась глава 3 «Бетонные и железобетонные конструкции зданий и промышленных сооружений» (СНИП II-Б.3).

В последующие годы основным нормативным документом для проектирования бетонных и железобе-

тонных конструкций стали строительные нормы и правила (СНиП), которые регулярно обновлялись и переиздавались.

В 1963 г. выпущен СНиП II-V.1–62 «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования». В нем впервые была установлена единая методика расчета напрягаемых и предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Много принципиально новых положений было введено и при разработке главы СНиП II-21–75 «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования», действовавшей с 1977 г. С введением этого документа были упразднены существовавшие отдельные главы СНиП I-V.3–62 «Бетоны на неорганических вяжущих» и СНиП I-V.4–62 «Арматура для железобетонных конструкций».

Следующая глава СНиП 2.03.01–84 «Бетонные и железобетонные конструкции» содержала уточнение некоторых положений и требований. Появление этой главы СНиПа обусловлено главным образом переходом на систему единиц СИ (СТ СЭВ 1052–78) и заменой марок бетона по прочности при сжатии и растяжении на классы.

Необходимо отметить, что все упомянутые выше нормативные документы были разработаны и изданы во второй половине прошлого столетия и периодичность их пересмотра составляла в среднем около десяти лет.

В начале XXI в. была предпринята попытка разработать новый СНиП взамен всех действующих нормативных документов, относящихся полностью к различным видам бетонных и железобетонных конструкций, а также взамен комплексных нормативных документов – в части, относящейся к бетонным и железобетонным конструкциям.

Новый СНиП должен был включать общие требования, относящиеся ко всем видам бетонных и железобетонных конструкций различного назначения; общие требования ко всем видам бетона и арматуры; общие требования к расчету, конструированию, возведению и эксплуатации, причем эти требования должны были быть сформулированы в виде основных принципиальных положений с указанием предельных показателей для бетонных и железобетонных конструкций.

В соответствии с этим в 2003 г. был разработан и издан СНиП 52-01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения», который содержал определяющие общие требования к бетонным и железобетонным конструкциям, включая требования к бетону, арматуре, расчетам, конструированию, изготовлению, возведению и эксплуатации конструкций.

Детальные указания по расчетам, конструированию, изготовлению и эксплуатации должны были содержаться в соответствующих нормативных документах (сводах правил), разрабатываемых для отдельных видов железобетонных конструкций в развитие данного СНиПа.

Одним из главных нововведений СНиП 52-01–2003 и разработанных в его развитие СП 52-101–2003 и СП 52-102–2004 явилось то, что наряду с расчетом железобетонных конструкций по предельным усилиям в них представлен расчет железобетонных конструкций на основе нелинейной деформационной модели с использованием диаграмм состояния бетона и арматуры.

С 1 января 2013 г. введен в действие разработанный в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева СП 63.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 52-01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Этот документ объединяет в себе и развивает положения СНиП 52-01–2003, СП 52-101–2003 и СП 52-102–2004.

СП 63.13330.2012 является основой современной нормативной базы по проектированию железобетонных конструкций. Расчетные методики, приведенные в

СП 63.13330.2012, научно обоснованы и апробированы на практике проектирования. При этом они постоянно совершенствуются с учетом развития технологий и новых материалов. Для этого в развитие положений СП 63.13330.2012 разрабатываются отдельные своды правил, касающиеся отдельных методик проектирования.

Анализ зарубежных и международных комплексов нормирования в области проектирования, в том числе в области проектирования бетонных и железобетонных конструкций, показал, что в сравнении с отечественными нормами есть принципиальные различия по ряду основополагающих моментов [1–7]. Поэтому прямое заимствование отдельных положений с целью дополнения отечественной нормативной базы невозможно, требуется выполнение специальных работ, в том числе дополнительных исследований, по возможности адаптации положений зарубежных норм к структуре российских нормативных документов. Значительная часть работы по гармонизации отечественных норм с европейскими нормами уже проведена, однако специфические особенности климатических, геологических, гидрологических и других условий регионов России настолько отличны от европейских и американских, что в настоящее время отечественная система нормирования для условий России остается предпочтительной.

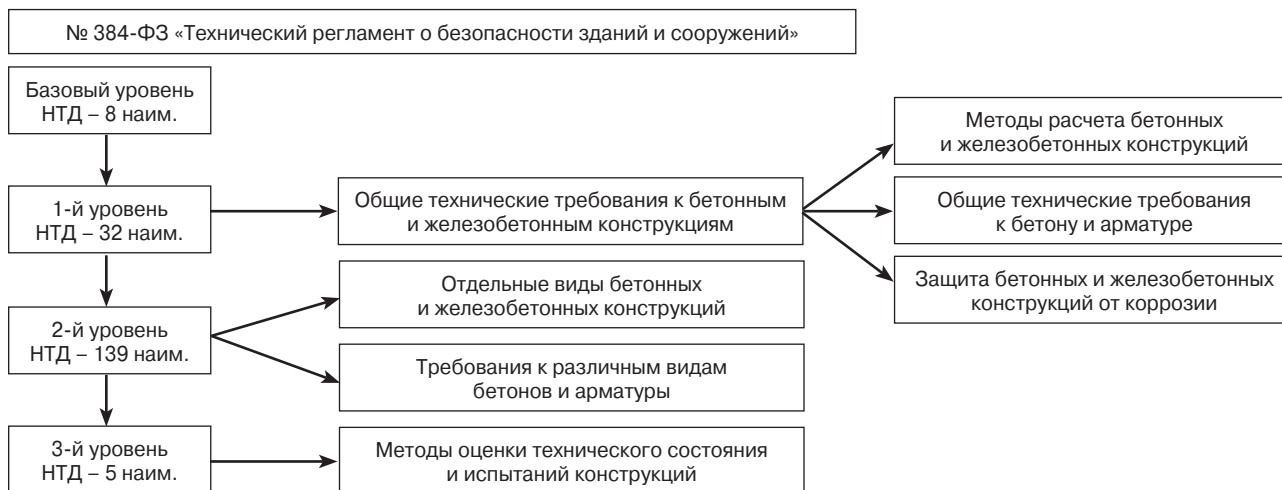
Необходимое сближение отечественных и европейских норм должно осуществляться последовательно, включая ряд этапов:

- качественный профессиональный перевод норм и создание общедоступной библиотеки подлинников и переводов;
- широкое ознакомление специалистов научно-исследовательских, проектных и производственных организаций с европейскими нормами;
- аналитическая работа по выявлению полезных в отечественном проектировании и строительстве элементов европейских норм;
- разработка отечественных стандартов и другой научно-технической документации с учетом выявленных полезных элементов европейских норм;
- переоснащение строительных лабораторий приборами и оборудованием; отработка программного обеспечения для проектных и изыскательских организаций;
- переподготовка специалистов как в проектных организациях, так и в органах экспертизы и строительного надзора.

Одновременно необходимо систематическое ознакомление отечественных специалистов с практикой использования зарубежных норм и новыми зарубежными разработками. Для этого следует организовать подписку как минимум центральных библиотек и крупных научных центров на основные периодические издания в области бетона и железобетона. Широкое ознакомление с зарубежными нормами и другой научно-технической информацией позволит включить в творческую работу большое число отечественных специалистов, что в конечном счете ускорит развитие и повысит качество и безопасность строительства в РФ.

В выполненной в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева в 2015 г. научно-исследовательской работе [8] дан системный анализ отечественной базы НТД в строительстве в области железобетонных и бетонных конструкций; подробно рассмотрены нормативные документы, регламентирующие требования к железобетонным и бетонным конструкциям, бетонам, исходным материалам для изготовления железобетонных и бетонных конструкций, методам испытаний таких конструкций, бетона и исходных материалов для изготовления и возведения конструкций. На основе анализа зарубежных систем





Общая схема классификации НТД по проектированию бетонных и железобетонных конструкций (184 документа)

нормативных документов предложена иерархическая система отечественных нормативных документов. Результаты работы, выводы и предложения, сохраняющие актуальность и имеющие высокую научную и практическую ценность, положены в основу при формировании структуры комплекса НТД в области проектирования бетонных и железобетонных конструкций.

При формировании иерархической структуры комплекса нормативных технических документов в области проектирования железобетонных и бетонных конструкций следует исходить из того, что в данном случае рассматривается достаточно крупный, но тем не менее частный фрагмент общей структуры комплекса нормативно-технической документации в области бетонных и железобетонных конструкций.

Во главе иерархии структуры, предложенной в отчете [8], находится Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» с перечнем обязательных для применения НТД. Данный перечень нормативных документов делится на части, предназначенные для обязательного и добровольного применения. Возникает вопрос о совмещении обязательных положений того или иного стандарта с имеющимися в том же стандарте рекомендуемыми, если первые ссылаются на вторые. Разделы нормативного документа имеют взаимоувязанный характер и не должны трактоваться выборочно. Если обязательный к применению документ ссылается на добровольный как на одно из условий выполнения одного из своих обязательных требований, то, очевидно, сама эта обязательность становится добровольной. Одно из возможных решений – официально признать все ссылки, имеющиеся в документах обязательного применения, также обязательными. Кардинальным решением было бы признать все СП и ГОСТы обязательными для применения [9–11]. Наличие перечня документов добровольного применения не логично, поскольку добровольность применения стандартов и без того обозначена в Федеральном законе «О стандартизации». Кроме того, практика показывает, что при экспертизе проектов органами экспертизы зачастую не учитываются различия между нормативными документами обязательного и добровольного применения, все нормы обязательны к исполнению.

При введении в действие обновлений нормативного документа обязательного применения возникает противоречивая ситуация, поскольку обновлению не входит в Перечень по постановлению Правительства № 1521 и не может считаться документом обязательно-

го применения до обновления постановления. Это является еще одним аргументом в пользу мнения, что следует отменить перечни документов обязательного и добровольного применения, сделав все своды правил и государственные стандарты полностью, без каких-либо изъятий их частей документами обязательного применения.

Предлагаемая общая четырехуровневая схема классификации НТД по проектированию бетонных и железобетонных конструкций на каждом уровне включает документы как обязательного, так и добровольного применения без учета различия их статусов (см. рисунок).

#### Базовый уровень

Содержит НТД, связанные с обеспечением надежности строительных конструкций, нормирующие нагрузки и воздействия на строительные конструкции и содержащие правила разработки проектной документации на железобетонные конструкции, в том числе из Перечня НТД обязательного применения:

- ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»;
- СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07–85\* «Нагрузки и воздействия»;
- СП 38.13330.2012 «СНиП 2.06.04–82\* «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»;
- СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий»;
- СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01–99\* «Строительная климатология».

Этот список следует дополнить стандартами, не вошедшими в Перечень НТД обязательного применения:

- ГОСТ 21.501–2011 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»;
- ГОСТ 21.503–80 «Система проектной документации для строительства. Конструкции бетонные и железобетонные. Рабочие чертежи».

#### 1-й уровень

Содержит СП и ГОСТы, регламентирующие общие технические требования к бетонным и железобетонным конструкциям. В НТД этого уровня входят документы в части проектирования бетонных и железобетонных конструкций, нормирующие методы расчета бетонных и железобетонных конструкций, общие технические требования к бетону, защиту бетонных и железобетон-

ных конструкций от коррозии. Среди действующих в настоящее время НТД это десять сводов правил из Перечня НТД обязательного применения; из НТД, не вошедших в Перечень обязательного применения: 16 сводов правил, один ГОСТ, один СНИП и четыре стандарта СЭВ – всего 32 НТД.

- СП 14.13330.2014 «СНиП II-7–81\* Строительство в сейсмических районах»;
- СП 15.13330.2012 «СНиП II-22–81\* Каменные и армокаменные конструкции»;
- СП 21.13330.2012 «СНиП 2.01.09–91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах»;
- СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01–83\* Основания зданий и сооружений»;
- СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03–85 Свайные фундаменты»;
- СП 25.13330.2012 «СНиП 2.02.04–88 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах»;
- СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11–85 Защита строительных конструкций от коррозии»;
- СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03–84\* Мосты и трубы»;
- СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»»;
- СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01–87 «Несущие и ограждающие конструкции» и др.

### 2-й уровень

Содержит НТД, регламентирующие требования к проектированию отдельных видов бетонных и железобетонных конструкций, требования к отдельным видам бетонных и железобетонных конструкций и требованиям к материалам для изготовления бетонных и железобетонных конструкций. Среди действующих в настоящее время НТД это 16 сводов правил и из Перечня НТД обязательного применения; из НТД, не вошедших в Перечень обязательного применения: три свода правил, один СНИП и 119 ГОСТ – всего 139 НТД.

- СП 26.13330.2012 «СНиП 2.02.05–87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками»;
- СП 40.13330.2012 «СНиП 2.06.06–85 Плотины бетонные и железобетонные»;
- СП 41.13330.2012 «СНиП 2.06.08–87 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений»;
- СП 43.13330.2012 «СНиП 2.09.03–85 Сооружения промышленных предприятий»;
- СП 46.13330.2012 «СНиП 3.06.04–91 Мосты и трубы»;
- СП 69.13330.2016 «СНиП 3.02.03–84 Подземные горные выработки»;
- СП 86.13330.2014 «СНиП III-42–80\* Магистральные трубопроводы»;
- СП 88.13330.2014 «СНиП II-11–77\* Защитные сооружения гражданской обороны»;
- СП 91.13330.2012 «СНиП II-94–80. Подземные горные выработки»;
- СП 92.13330.2012 «СНиП II-108–78. Склады сухих минеральных удобрений и химических средств защиты растений» и др.

### 3-й уровень

Содержит НТД, регламентирующие методы оценки технического состояния и испытаний бетонных и железобетонных конструкций.

- СП 13-102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»;
- ГОСТ 8829–94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости»;

- ГОСТ 22690–2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля»;
- ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
- ГОСТ Р 53778–2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Анализом действующей системы нормативных документов выполнено определение нормативных технических документов, разработка которых требуется в соответствии с предложенным комплексом нормативных технических документов.

Среди подготовленных в 2016–2017 гг. проектов сводов правил в предложенной структуре НТД **к 1-му уровню** должны быть отнесены следующие своды правил:

- «Конструкции сталефибробетонные. Правила проектирования»;
- «Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования»;
- «Конструкции бетонные армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования»;
- «Бетонные и железобетонные конструкции из высокопрочных бетонов. Правила проектирования»;
- «Конструкции из ячеистых бетонов. Правила проектирования»;
- «Бетонные и железобетонные конструкции из легких бетонов. Правила проектирования»;
- «Конструкции фибробетонные с неметаллической фиброй. Правила проектирования»;
- «Конструкции бетонные с неметаллической фиброй и полимерной арматурой. Правила проектирования»;
- «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования».

**Ко 2-му** уровню должны быть отнесены следующие своды правил:

- «Конструкции железобетонные и бетонные гради-рен. Правила проектирования»;
- «Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. Правила проектирования»;
- «Конструкции каркасные железобетонные сборные многоэтажных зданий. Правила проектирования»;
- «Конструкции каркасные железобетонные сборные одноэтажных зданий производственного назначения. Правила проектирования»;
- «Конструкции бетонные и железобетонные. Правила проектирования, ремонта и усиления полимерными композитами»;
- «Трубы промышленные дымовые. Правила проектирования»;
- «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования»;
- «Ограждающие конструкции из трехслойных панелей. Правила проектирования»;
- «Здания и сооружения, подверженные динамическим воздействиям. Правила проектирования»;
- «Несъемная опалубка. Правила проектирования»;
- «Конструкции фундаментов высотных зданий и сооружений. Правила производства работ»;
- «Конструкции ограждающие из полистиролбетона. Правила проектирования»;
- «Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ».

Отрасль остро нуждается в новой редакции **СНиП 10.01 «Система нормативных документов в строительстве»** или ином документе с аналогичными функциями. В настоящее время отсутствует какая-либо систематизация в нумерации, позволяющая по номерам СП ориентироваться в их многообразии.



Предлагается выполнить реформу в системе строительного нормирования в части четкой классификации и систематизации сводов правил: назначить главенствующие СП по отдельным направлениям и второстепенные СП, в развитие которых они написаны. Эту же идеологию соблюсти и в нумерации СП. Нумерацию главенствующих СП целесообразно выполнить также по основным направлениям. В части конструкций выделить их типы, на основании которых составить структуру комплекса СП по трем направлениям: проектирование, строительство и эксплуатация. Помимо прочего, проведение данной классификации позволит также выявить узкие места в нормативной базе и выявить перспективные направления для ее развития.

Если два первых направления поддержаны нормативно, то в последнем нормы практически отсутствуют. При этом эксплуатация здания — наиболее протяженный этап в жизни здания по сравнению с его проектированием и строительством. Представляется необходимым также рассмотреть возможность разработки *норм эксплуатации железобетонных конструкций и зданий из железобетона*. При этом первоначально перед разработкой норм по данному направлению необходимо выполнить указанную выше классификацию с выделением основных направлений для нормирования по данному вопросу.

В нормативной базе имеется понятие «научно-техническое сопровождение проектирования». В настоящее время нет положений, четко регламентирующих данный вид работ. При этом подключение научных специализированных институтов в ряде случаев является необходимым и обязательным с точки зрения помощи проектным организациям и экспертным органам. Это позволяет принимать оптимальные решения, не снижая их надежности, учитывая высокую квалификацию сотрудников НИИ в решении отдельных узкоспециализированных вопросов и собственно разработку данными институтами норм и правил проектирования.

С учетом этого предлагается предусмотреть разработку свода правил СП «Научно-техническое сопровождение проектирования. Общие требования» — отдельный нормативный документ, касающийся данного направления в части проектирования железобетонных конструкций. Данный документ должен содержать конкретные требования к участникам выполнения работ, перечень возможных работ и результаты данных работ по сопровождению, так как это постоянно вызывает вопросы со стороны заказчиков и экспертных организаций.

Проектирование железобетонных конструкций состоит из двух этапов. Первый этап — разработка конструктивной системы здания в целом, второй этап — проектирование узлов и конструкций данной системы. В настоящее время по конструктивным системам зданий практически отсутствуют нормативные документы. Разработан только проект норм по конструктивным системам крупнопанельных зданий. Следует разработать пакет норм, касающийся монолитных конструктивных систем зданий, а также сборно-монолитных конструктивных систем, которые должны содержать общие требования к проектированию данных систем, что снимет достаточно большое число вопросов у проектных организаций. С этой целью предлагается разработать следующие своды правил:

- СП «Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования»;
- СП «Сборно-монолитные конструктивные системы. Правила проектирования».

Во многом открытым является вопрос проектирования стальных закладных деталей железобетонных конструкций. В СП 63.13330 имеется только отдельное при-

ложение с общими указаниями. В целом проектные организации пользуются устаревшими указаниями и пособиями. Необходимо выполнить ряд НИР и НИОКР по данному вопросу с целью разработки отдельного нормативного документа ранга СП с *детальными требованиями к проектированию стальных закладных деталей в железобетонных конструкциях* с учетом современных требований и технологий.

Отдельным направлением необходимо выделить вопрос выполнения вероятностных расчетов. Как известно, применяемые методы в целом являются полувероятностными с применением ряда коэффициентов надежности, гарантирующих ненаступление того или иного предельного состояния. Представляется, что вероятностные расчеты при соответствующем обосновании позволят выполнять конструкции и конструктивные системы из железобетона с необходимым (заданным) уровнем надежности, сохраняя при этом оптимальные параметры конструкций, в частности по расходу материалов. Это также позволит конкретизировать само понятие надежности и его соответствия определенным факторам. Для этого необходимо выполнение ряда научно-исследовательских поисковых работ с целью оценки возможности выработки основных положений по альтернативному нормированию необходимой надежности железобетонных конструкций с применением вероятностных методов расчета при помощи современных средств, различных теорий математического аппарата и вычислительных технологий. Это позволит разработать соответствующий пакет документов, нормирующих вероятностные расчеты несущих конструкций.

В части нормирования эксплуатации железобетонных конструкций и зданий из железобетона следует отметить необходимость оценки остаточного ресурса (срока службы) для того или иного периода времени. Четких методик по данному вопросу в нормативной базе не приводится. Рекомендуется рассмотреть возможность выполнения ряда научно-исследовательских работ для разработки методики оценки остаточного ресурса и разработки соответствующих НТД. Решение данного вопроса в целом может позволить более конкретно планировать бюджеты для управляющих компаний, назначать конкретные сроки и периодичность обследования зданий из железобетона, а также более корректно оценивать стоимость зданий и их помещений.

Не менее важной темой является научно-техническое сопровождение строительства, решающее широкий комплекс организационных, технических, проектно-конструкторских и технологических вопросов, направленных на повышение качества и снижение сроков и стоимости строительства. Предлагается предусмотреть разработку свода правил СП «Научно-техническое сопровождение строительства. Общие требования».

Обеспечение пожарной безопасности железобетонных конструкций является важным условием обеспечения безопасности зданий и сооружений в целом. При проектировании зданий и сооружений из железобетона необходимо разработать раздел 9 проектной документации «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности». Требования к конструктивной пожарной безопасности в части обеспечения огнестойкости строительных конструкций нормируются Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

В Федеральном законе № 123-ФЗ указаны два способа обеспечения требуемой огнестойкости строительных конструкций: методом огневых испытаний или расчетными методами, подтвержденными соответствующими испытаниями.

Для монолитных железобетонных конструкций зданий и сооружений огневые испытания конструкций невозможны в связи с отсутствием в России испытательных установок, воспроизводящих напряженно-деформированное состояние конструкций с жесткими узлами сопряжения элементов (статически неопределимых конструкций). Следовательно, единственно возможным подтверждением или обоснованием требуемой огнестойкости таких конструкций являются расчетные методы.

В действующей системе строительных правил нормативный документ по расчетной оценке огнестойкости железобетонных конструкций отсутствует.

Расчетные методы оценки огнестойкости и огнесохранности, основанные на результатах многочисленных экспериментов и подтвержденные опытным путем, содержатся в стандарте организации СТО 36554501-006–2006 «Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций (ФГУП «НИЦ «Строительство»), который не имеет статуса обязательного применения. Ссылки на этот документ при проектировании требуемой огнестойкости не принимаются во внимание при экспертизе проектов. Как следствие, оценка огнестойкости железобетонных конструкций, в том числе при проектировании, производится формально, без должного учета специфики температурных воздействий на изменение свойств строительных материалов (бетона и арматуры) и поведения конструкций в условиях пожара.

Расчетными методами возможно эффективно оптимизировать конструктивные решения, обеспечивающие требуемую огнестойкость железобетонных конструкций, с экономией финансовых затрат на огнезащитные материалы.

В настоящее время строительство ведется крупными масштабами, однако раздел 9 проектной документации реализуется формально. Рассчитываются пожарные риски в зданиях, однако они не обеспечивают конструктивную пожарную безопасность объектов. Требования конструктивной пожарной безопасности зданий на стадии проектирования и, следовательно, безопасная эксплуатация объектов в большинстве случаев практически не обеспечены.

Особенно остро стоит вопрос конструктивной пожарной безопасности для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, таких как высотные здания, многофункциональные комплексы, эксплуатация которых связана с большим скоплением людей, подземные авто- и железнодорожные тоннели. Для объектов повышенного уровня ответственности актуально обеспечение пожарной безопасности за счет обеспечения огнесохранности железобетонных конструкций расчетными методами на стадии проектирования. Обеспечение огнесохранности позволит сохранить несущую способность конструкций после пожара, и потребуются только косметический ремонт без усиления или замены поврежденных конструкций, что экономически целесообразно и существенно повышает пожарную безопасность объектов.

С учетом вышеизложенного разработка СП «Бетонные и железобетонные конструкции. Обеспечение огнестойкости и огнесохранности» по методам расчетной оценки огнестойкости железобетонных конструкций повысит надежность и пожарную безопасность зданий и сооружений и восполнит пробелы в существующей нормативной базе по расчетным методам.

В числе предложений по разработке НТД различных уровней, в которых имеется острая потребность:

- СП «Самонапряженные железобетонные конструкции. Правила проектирования»;
- СП «Техническое обследование и мониторинг бетонных и железобетонных конструкций зданий и соору-

жений. Общие требования» (взамен СП 13-102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»);

- НТД «Правила возведения зданий и сооружений из сборных и сборно-монолитных конструкций. Общие требования»;
- НТД «Армированные конструкции из легких и особо легких бетонов. Технические условия»;
- НТД «Правила возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Общие технические требования к производству работ, правила и методы контроля»;

Потребность в новых стандартах будет выявляться по мере необходимости.

В отчете о НИР 2015 г. [8] справедливо отмечалось о недостаточном знании отечественными специалистами зарубежных норм и большом потенциале освоения результатов внушительного объема нормотворческой работы, выполненной в международных сообществах, которое может дать определенный экономический эффект, в первую очередь за счет сокращения объема обосновывающих исследований. Сказанное касается не только норм EN, но и стандартов DIN, ASTM. Активно развивается система стандартизации в объединении азиатских стран, включающем Китай, Индию, Японию, Россию и другие страны. Работа в данном направлении должна быть сосредоточена как на изучении созданных к настоящему времени зарубежных стандартов, так и на активном предложении отечественных стандартов для обсуждения и включения в системы стандартов зарубежных сообществ в области нормирования.

Следует также отметить острую потребность в методических пособиях по широкому кругу вопросов, возникающих при проектировании бетонных и железобетонных конструкций.

Достаточно большое количество нормативных документов требует доработки, переработки и дополнения в соответствии с предложенным комплексом нормативных технических документов, и такая работа проводится. В 2017 г. выполнен пересмотр ряда сводов правил, в том числе:

- СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01–2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;
- СП 130.13330.2011 «СНиП 3.09.01–85 Производство сборных железобетонных конструкций и изделий».

С введением в действие свода правил СП 63.13330.2012 следовало ожидать, что своды правил СП 52-101–2003 и СП 52-102–2004, все расчетные методики и положения которых практически полностью вошли в состав СП 63.13330, будут упразднены как дублирующие документы. Тем не менее до настоящего времени эти документы присутствуют во всех информационных базах нормативно-технической документации в строительстве со статусом действующих документов.

Ненужность этих документов тем более очевидна, что к СП 63.13330 в настоящее время разработан ряд пособий.

Основные требования к содержанию нормативных технических документов в области железобетонных и бетонных конструкций, входящих в предложенный комплекс, включают в себя следующие положения:

- *непротиворечивость* – отсутствие положений в разных НТД, по-разному трактующих одни и те же требования к конструкциям и материалам для их изготовления;
- *полнота отражения требований* к объекту нормирования.

Необходимо введение четких критериев включения нормативных технических требований в перечни документов обязательного и добровольного применения.

Актуальна проблема взаимных ссылок обязательных и рекомендуемых разделов НТД. Ссылка из обязательного раздела на рекомендуемый ставит под вопрос обязательность требований. Необходимо вновь проанализировать перечень обязательных НТД и внести соответствующие корректировки, в некоторых случаях перевести ряд приложений из разряда рекомендуемых в разряд обязательных, содержание некоторых приложений ввести в основной текст НТД. Каждый подобный случай следует рассматривать индивидуально. Возможны и другие решения. Можно пойти по пути превращения всех рекомендуемых приложений в обязательные, при этом потребуются существенная корректировка таких приложений.

Значительное число государственных стандартов на бетонные и железобетонные конструкции включают одинаковые технические требования (прочность, жесткость, трещиностойкость, морозостойкость и др.). Отличие имеется в разделах: область применения и геометрические размеры конструкций. Предложено национальный стандарт, касающийся бетонных и железобетонных изделий и конструкций, сделать единым (или несколько стандартов), включающим в себя требования «Технического регламента», основные требования к бетонным и железобетонным конструкциям. Остальное содержание стандартов для отдельных видов бетонных и железобетонных конструкций перевести в статус «Технические условия» и «Каталог чертежей», создать справочники, подобные многотомным американским (Manual), что существенно помогло бы проектным и производственным организациям и снизило объем работ строительной инспекции. В изданиях такого рода можно было бы более подробно, чем в нормативных документах, изложить многие вопросы проектирования, производства и возведения железобетонных и бетонных конструкций.

Создание подобных документов могло бы оптимизировать работу пользователей соответствующей информации, поскольку необходимые им данные не были бы разбросаны по десяткам ГОСТов, а были бы объединены в единый нормативный документ.

Необходимо принятие нормативного документа, устанавливающего единые требования по оформлению нормативной документации, а также методических рекомендаций по улучшению качества излагаемого материала. Данные документы должны предписывать разработчикам нормативной документации использование единой терминологии, шрифтов, символов, единиц измерений и сокращений слов (аналог СПДС, ЕСКД).

Следует законодательно закрепить обеспечение доступной полноценной обратной связи с разработчиками нормативной документации. Сейчас существует формальный подход организаций-разработчиков нормативной документации к замечаниям и предложениям, приходящим от третьих лиц, по корректировке выпущенных ими нормативных документов; многие замечания игнорируются и остаются без ответа.

Для повышения активности пользователей на стадии разработки НТД предложено ввести в практику обсуждения проектов НТД рассылку по обязательным спискам ведущих организаций по теме НТД.

Рекомендуется ввести в практику обязательную разработку в плановом порядке (с оплатой работ) пресандартов (предварительных национальных стандартов) с рассылкой для опробования в течение года пользователями стандарта с информированием о результатах разрабатываемой организации.

Рекомендуется провести работу по приведению отечественной базы НТД в соответствие с требованиями стан-

дарта ISO 19338 «Состав и оценка требований для стандартов на проектирование железобетонных конструкций». Эту работу рекомендуется начать с представления отечественного СП 63.13330.2012 «СНиП 52.01–2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» для сертификации на соответствие требованиям стандарта ISO 19338.

#### Выводы.

1. Выполнен анализ нормативных документов СП и ГОСТов в области проектирования бетонных и железобетонных конструкций с целью установления соответствия требованиям технического регламента «О безопасности зданий и сооружений», выявления дублирования, несогласованности, других дефектов в системе нормативных документов и с учетом этого создания непротиворечивой иерархической системы НТД.

2. Выявлено множество государственных стандартов на бетонные и железобетонные конструкции, включающих одинаковые технические требования (прочность, жесткость, трещиностойкость, морозостойкость и др.) и различающихся областью применения и геометрическими размерами конструкций. Предложено разработать единый национальный стандарт, касающийся бетонных и железобетонных изделий и конструкций, включающий в себя требования «Технического регламента», основные требования к бетонным и железобетонным конструкциям. Остальное содержание стандартов для отдельных видов бетонных и железобетонных конструкций перевести в статус «Технические условия» и «Каталог чертежей».

3. Выявлена острая необходимость разработки методической литературы по вопросам проектирования железобетонных конструкций различного назначения.

4. Не действует система оперативной корректировки взаимосвязанных стандартов при обновлении основополагающих НТД. В результате в НТД имеется значительное число ссылок на устаревшие нормативные документы.

5. Проанализированы основные зарубежные нормы (США, Еврокоды, Модельный кодекс FIB). Выполнено сопоставление основных требований отечественной и иных зарубежных систем нормативных документов в области проектирования бетонных и железобетонных конструкций. Показано, что названные нормы разработаны на иных принципах, с другими методами расчета, критериями и коэффициентами. Прямое применение европейских норм не гарантирует безопасности проектируемых и реализуемых бетонных и железобетонных конструкций. Необходимо тщательно изучить последствия применения методов расчета и применения зарубежных нормативов и лишь на этой основе вводить полезные элементы европейских норм в отечественные НТД.

6. В общей иерархической системе нормативных документов по бетонным и железобетонным конструкциям, от основополагающих документов до методических, система документов по проектированию железобетонных конструкций занимает значительное место. В вершине предложенной иерархии находится Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а также ГОСТы и СП, связанные с обеспечением надежности строительных конструкций, нормирующие нагрузки и воздействия на строительные конструкции и содержащие правила разработки проектной документации на железобетонные конструкции. Далее следуют НТД первого уровня – своды правил и государственные стандарты, регламентирующие основные положения проектирования железобетонных и бетонных конструкций. НТД второго уровня включают СП и ГОСТы,



регламентирующие требования к определенным изделиям, конструкциям и материалам. НТД третьего уровня регламентируют методы испытаний конструкций и материалов.

7. Сформулирован ряд предложений по совершенствованию нормативной базы:

7.1. Отрасль остро нуждается в новой редакции СНиП 10.01 «Система нормативных документов в строительстве» или ином документе с аналогичными функциями. Представляется целесообразным выполнить реформу в системе строительного нормирования в части четкой классификации и систематизации сводов правил: в рамках уровней предложенной иерархии НТД назначить главенствующие СП по отдельным направлениям и второстепенные СП, в развитие которых они написаны. Эту же идеологию соблюсти и в нумерации СП.

7.2. Необходимо разработать свод правил «Научно-техническое сопровождение проектирования. Общие

требования» — отдельный нормативный документ, касающийся данного направления, в том числе в части проектирования железобетонных конструкций.

7.3. Нормы по эксплуатации зданий из железобетонных конструкций практически отсутствуют. При этом эксплуатация здания — наиболее протяженный этап в жизни здания по сравнению с его проектированием и строительством. Представляется необходимым рассмотреть возможность разработки норм эксплуатации железобетонных конструкций и зданий из железобетона.

7.4. Даны предложения по разработке новых сводов правил, в том числе по тематике обеспечения огнестойкости и огнестойкости железобетонных конструкций; по научно-техническому сопровождению строительства; по проектированию закладных деталей в железобетонных конструкциях; по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций и др.

### Список литературы

1. Алмазов В.О. Проектирование железобетонных конструкций по Еврокодам. М.: АСВ, 2011. 216 с.
2. Волков Ю.С. Вопросы применения в российской практике Еврокода-2 «Железобетонные конструкции зданий» (Европейский стандарт EN 1992-1-1) // *Бетон и железобетон*. 2014. № 6. С. 2–3.
3. Колмогоров А.Г., Плевков В.С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. Томск: Печатная мануфактура, 2009. 496 с.
4. Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У., Староверов В.Д., Кришталевиц А.К. Перспективы внедрения Еврокодов в Российской Федерации // *Вестник гражданских инженеров*. 2015. № 2. С. 107–115.
5. Розенталь Н.К. Об использовании Еврокодов в технологии бетона // *Бетон и железобетон*. 2014. № 6. С. 3–4.
6. Санжаровский Р.С. Как преодолеть противоречия нормативов железобетона РФ и Еврокодов // *Строительная газета*. 23.11.2012. № 47. С. 1–2.
7. Тамразян А.Г., Фаликман В.Р. Основные требования к проектированию железобетонных конструкций по модельному кодексу ФИБ // *Вестник МГСУ*. 2016. № 3. С. 71–76.
8. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Выполнение работ по мониторингу и анализу нормативных документов в строительстве и подготовка предложений по перспективному составу комплекса нормативных технических документов в области железобетонных и бетонных конструкций». НИЦ «Строительство», НИИЖБ им. А.А. Гвоздева. Заказчик: ФАУ «ФЦС». Дог. № 588/2015 от 09.10.2015.
9. 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.
10. Травуш В.И., Волков Ю.С. Строительные нормы: обязательные или добровольные? Проект перечня норм, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается выполнение требований технического регламента «О безопасности зданий и сооружений» // *Вестник МГСУ*. 2014. № 3. С. 7–14.
11. Травуш В.И., Волков Ю.С. Что следует изменить в Техническом регламенте «О безопасности зданий и сооружений» // *Строительство и реконструкция*. 2015. № 3. С. 75–79.

### References

1. Almazov V.O. Proektirovanie zhelezobetonnykh konstrukttsii po evrokodam [Designing of reinforced concrete structures by Eurocodes]. Moscow: ASV. 2011. 216 p.
2. Volkov Ju.S. Issue of Russian practice of application of Eurocode-2 «Reinforced concrete structures of buildings» (European standard EN 1992-1-1). *Beton i zhelezobeton*. 2014. No. 6, pp. 2–3. (In Russian).
3. Kolmogorov A.G., Plevkov V.S. Raschet zhelezobetonnykh konstrukttsii po rossiiskim i zarubezhnym normam [Calculation of reinforced concrete structures by the Russian and foreign codes]. Tomsk: Pechatnaya manufaktura. 2009. 496 p.
4. Puharenko Ju.V., Aubakirova I.U., Staroverov V.D., Krishtalevich A.K. Prospect of introduction of Eurocodes in the Russian Federation. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2015. No. 2, pp. 107–115. (In Russian).
5. Rosental N.K. About use of Eurocodes in technology of concrete. *Beton i zhelezobeton*. 2014. No. 6, pp. 3–4 (In Russian).
6. Sanzharovsky R.S. How to overcome contradictions of Codes on reinforced concrete of the Russian Federation and Eurocodes. *Stroitel'naya gazeta*. 23.11.2012. No. 47, pp. 1–2. (In Russian).
7. Tamrazyan A.G., Falikman V.R. Basic requirements for the design of reinforced concrete structures on the fib model code. *Vestnik MGSU*. 2016. No. 3, pp. 71–76 (In Russian).
8. The report on research work on a theme: «Implementation of works on monitoring and the analysis of regulatory documents in construction and preparation of proposals on perspective structure of a complex of regulatory technical documentation in the field of reinforced concrete and concrete structures». Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev, “Research and Development Center “Stroitel’stvo” The customer: FAU “FCS”. Contract No. 588/2015 of 09.10.2015. (In Russian).
9. 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).
10. Travush V.I., Volkov Ju.S. Building’s norms: obligatory or voluntary? The draft of the list of norms as a result of which application on an obligatory basis realization of requirements of the technical rules «About safety of buildings and constructions» is provided. *Vestnik MGSU*. 2014. No. 3, pp. 7–14 (In Russian).
11. Travush V.I., Volkov Ju.S. That it is necessary to change in the Technical rules «About safety of buildings and constructions». *Stroitelstvo i rekonstruktsiya*. 2015. No. 3, pp. 75–79. (In Russian).

УДК 691

А.П. ШАЛАЕВ, заместитель руководителя (Pr.Shalaeva@gost.ru)

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)  
(109074, г. Москва, Китайгородский проезд, 7, стр. 1)

## Обязательное подтверждение соответствия строительных материалов

Показано, что необходимость введения обязательного подтверждения соответствия и сертификации на сегодняшний день вновь становится актуальной в различных отраслях промышленности, в том числе в области производства строительной продукции и изделий. Центральным звеном в национальной системе стандартизации являются «технические комитеты по стандартизации» (ТК), созданные на основе равного представительства заинтересованных сторон применительно к различным сферам стандартизации. В области стандартизации строительных материалов действуют технические комитеты ТК 144 «Строительные материалы и изделия» и ТК 465 «Строительство», которые имеют разграничение областей деятельности. Все поступающие на утверждение стандарты, затрагивающие общие или близкие области стандартизации, обладают результатами экспертизы смежного технического комитета.

**Ключевые слова:** строительные материалы, стандарт, сертификация, технический комитет, стандартизация.

**Для цитирования:** Шалаев А.П. Обязательное подтверждение соответствия строительных материалов // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 13–16.

A.P. SHALAEV, Deputy Head (Pr.Shalaeva@gost.ru)

Federal Agency on Technical Regulating and Metrology (Rosstandart) (7, bldg.1, Kitaygorodsky proeezd, 109074, Moscow, Russian Federation)

### Mandatory Confirmation of Compliance of Building Materials

It is shown that today the need for introducing the mandatory confirmation of compliance is once again becoming relevant in different branches of the industry, in the field of manufacturing construction products including. The central link in the national standardization system is "technical standardization committees" (TC) established on the basis of equal representation of stakeholders in relation to different spheres of standardization. Technical committees TC 144 "Building materials and products" and TC 465 "Construction", which have a distinction of activity areas, operate in the field of building materials standardization. All standards for approval that affect common or close areas of standardization have the results of expertise made by the related technical committee.

**Keywords:** building materials, standard, certification, technical committee, standardization.

**For citation:** Shalaev A.P. Mandatory Confirmation of Compliance of Building Materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 13–16. (In Russian).

С проблемой поставок некачественной, не соответствующей установленным требованиям, а подчас и фальсифицированной продукции конечному потребителю приходится сталкиваться ежедневно: пищевая продукция, косметика, детские товары — это далеко не полный перечень случаев, о которых достаточно часто упоминается и в средствах массовой информации. Печальное «лидерство» в области оборота фальсифицированной, контрафактной и некондиционной продукции среди непродовольственных товаров занимают товары для детей, топливо и комплектующие изделия для продукции высокотехнологичных отраслей промышленности. Совсем недавно среди указанных групп можно было также видеть и отдельные категории строительных материалов, и лишь введение системных мер в области оценки и подтверждения соответствия позволило изменить ситуацию.

Глобализация рынка и, как следствие, усиление конкуренции — это масштабный вызов экономике страны, государственным институтам. Вступление во Всемирную торговую организацию и другие интеграционные (экономические/политические) объединения остро ставят проблему барьеров в международной торговле. По данным экспертов, в настоящее время более 60% барьеров обусловлены нетарифными мерами, в которых значительное место занимают технические барьеры, также непосредственно связанные с вопросами технического регулирования.

По экспертным оценкам, число нетарифных барьеров каждые 15 лет возрастает более чем в четыре раза. Наблюдается значительный рост документооборота по международным сделкам; одновременно усложняются

процедуры их осуществления, что также относится к нетарифным методам регулирования. При этом в мире нет единой классификации методов нетарифного регулирования, как и точного ответа на вопрос об их количестве, в силу многообразия нетарифных ограничений и разнообразных схем их применения в различных странах (рис. 1).

Для обеспечения безопасности потребителей и защиты окружающей среды к продукции устанавливаются нормы (требования), обязательные к применению на территории страны, и характеристики, не являющиеся обязательными, но желательные для продукции, обращающейся на внутреннем рынке, а также формы оценки соответствия продукции установленным требованиям.

Основу системы технического регулирования РФ на сегодняшний день составляет Федеральный закон «О техническом регулировании» и принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты РФ. Концептуально система технического регулирования в Российской Федерации соответствует международным практикам и направлена на предотвращение появления несоответствующей на рынке. На сегодняшний день принято 45 технических регламентов Евразийского экономического союза и продолжают действовать семь национальных технических регламентов. Вместе с тем остается продукция, в отношении которой не установлены обязательные требования Союза. К такой продукции относятся в том числе строительные материалы и изделия.

В связи с этим Договором о Евразийском экономическом союзе, а также Федеральным законом «О техни-



Рис. 1. Методы регулирования рынка

ческом регулировании» предусмотрена норма, позволяющая устанавливать требования к такой продукции на уровне законодательства государства — члена Союза. В Российской Федерации такой нормой на сегодняшний день является постановление Правительства РФ от 01.12.2009 № 982, которым утверждены перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации, и перечень продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии.

В целях урегулирования рынка строительных материалов приведенный в постановлении правительства перечень начиная с 2015 г. дополнялся определенными группами номенклатуры продукции, в отношении которой вводился инструмент обязательной сертификации. Так, например, перечень продукции, подлежащей сертификации, включает в себя на данный момент группу продукции 2523 «Цемент» (портландцемент, цемент глиноземистый, цемент шлаковый, цемент суперсульфатный и аналогичные гидравлические цементы, неокрашенные или окрашенные, готовые или в форме клинкеров и т. д.) и группу продукции 2524 «Радиаторы отопления и конвекторы отопительные» (в том числе радиаторы центрального отопления и их секции чугунные, радиаторы центрального отопления и их секции стальные, радиаторы центрального отопления и их секции биметаллические, радиаторы центрального отопления и их секции алюминиевые, радиаторы центрального отопления и их секции из прочих металлов, конвекторы отопительные чугунные, конвекторы отопительные стальные, конвекторы отопительные из прочих металлов и т. д.). Перечень продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии, в свою очередь, содержит такие позиции, как, например, теплоизоляционные материалы (стоит учесть, что согласно постановлению Правительства РФ от 17.06.2017 № 717 требование в отношении теплоизоляционных материалов, а также строительных растворов и смесей вступают в силу с 27.12.2018).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), в свою очередь, обеспечивает публикацию о продукции, подлежащей

обязательному подтверждению соответствия с указанием нормативных документов, устанавливающих обязательные требования. Во исполнение данной функции на официальном сайте Росстандарта в сети Интернет размещена информация о продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия в форме обязательной сертификации и в форме принятия декларации о соответствии с указанием нормативных документов, устанавливающих обязательные требования (рис. 2).

Данная информация помимо наименования объектов подтверждения соответствия содержит код позиции объекта, а также обозначение документа по стандартизации. Стоит отметить, что в связи с отсутствием единых правил по сертификации для строительной отрасли были разработаны и введены в действие не только стандарты, устанавливающие требования к продукции, но и определяющие правила проведения сертификации (например, ГОСТ Р 56836—2016 «Оценка соответствия. Правила сертификации цементов»).

На стандартах следует остановиться чуть более подробно. В настоящее время стандарт — это документ, который закрепляет достигнутые разработки и служит базой для развития инновационной деятельности в отрасли и государства в целом. Менее двух лет назад в Российской Федерации вступил в силу Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», который создает основу для функционирования национальной системы стандартизации. Закон коренным образом изменил систему стандартизации, обеспечив переход от «государственной системы стандартизации» к «национальной системе», ключевым принципом которой является учет всех заинтересованных сторон при разработке документов по стандартизации. Повестка стандартизации должна формироваться рынком, в то время как роль государства в лице Росстандарта сводится к созданию необходимой инфраструктуры для принятия стандартов, модерирования работ по стандартизации.

С учетом вышесказанного центральным звеном в национальной системе стандартизации становятся «технические комитеты по стандартизации» (ТК), созданные на основе равного представительства за-



## ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

Информация о продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия подготовлена Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в соответствии с пунктом 3 Постановления Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2009 года № 982 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии».

Документ содержит информацию о продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия, указанной в нормативных документах, устанавливающих обязательные требования к продукции, представленную в двух частях по двум формам подтверждения соответствия: обязательная сертификация декларирование соответствия. Внутри каждой части информация сгруппирована по разделам в сфере ведения федеральных органов исполнительной власти в формате, содержащем наименования код позиции объекта по Общероссийскому классификатору продукции ОК 005-93, обозначение определительного документа, подтверждаемые требования нормативного документа. Я подлежащих из группы продукции по ОК 005-93, определенный Постановлением от 1 декабря 2009 года № 982. Конкретные виды продукции в п. возраста кодов ОК 005-93.

Решением правил принятия решения о принадлежности продукции к группе, указанной в соответствующей позиции документа объекта, определяемая областью применения определяющие

При введении в действие нового нормативного документа в подтверждение соответствия осуществляется на соответствии документа.

|   |                          |                    |           |
|---|--------------------------|--------------------|-----------|
| 5913 Стекло архитектурно-строительного назначения |                          |                    |           |
| Стеклопакеты <sup>4</sup>                         | 59 1320/<br>23.12.13.121 | ГОСТ<br>24866-2014 | Разд. 4,5 |

### Еще о подтверждении соответствия

Добровольное соответствие

Обязательное соответствие

|   |   |                                  |                  |      |
|---|---|----------------------------------|------------------|------|
| 2364 Смес и растворы строительные (с 27 декабря 2018 года)  |   |                                  |                  | 16   |
| Смес строительные   | 23.64.10.110  | ГОСТ 31357-2007                  | Стандарт в целом | 3013 |
|   |   | ГОСТ 31358-2007                  | Стандарт в целом | 16   |
|   |   | ГОСТ 31377-2008                  | Стандарт в целом | 16   |
|   |   | ГОСТ 31380-2008                  | Стандарт в целом | 15   |
|   |   | ГОСТ 31387-2007                  | Стандарт в целом | 91   |
|   |   | ГОСТ 33683-2014                  | Стандарт в целом | 16   |
|   |   | ГОСТ 33699-2015                  | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ 36387-2015                  | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 56686-2015                | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 56703-2015                | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 56686-2015                | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 57796-2017 (с 01.01.2018) | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ 7473-2010                   | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ 28013-98                    | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 57336-2016                | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 57237-2016                | Стандарт в целом |      |
| 5270 Конструкции и изделия (элементы) строительные из алюминия и алюминиевых сплавов  |   |                                  |                  | 3014 |
| Блоки оконные и балконные двери из алюминиевых сплавов  | 52 7110/<br>25.12.10.000  | ГОСТ 21519-2003                  | Разд. 4-8        | 12   |
|   |   | ГОСТ 23166-99                    | Разд. 5-8        |      |
| 5361 Панели стеновые  |   |                                  |                  |      |
| Блоки оконные и балконные двери деревянные, деревоалюминиевые (кроме блоков оконных для зданий промышленного, перелетов для жилых и общественных помещений)                           | 53 6130 (кроме 53 6134, 53 6135)<br>16.23.11.110,<br>16.23.11.120 | ГОСТ 22166-99                    | Разд. 4-8        |      |
|   |   | ГОСТ 25097-2002                  | Разд. 5-8        |      |
|   |   | ГОСТ 24700-99                    | Разд. 5-8        |      |
|   |   | ГОСТ 11214-2003                  | Разд. 5-8        |      |
|   |   | ГОСТ 24699-2002                  | Разд. 5-8        |      |
|   |   | ГОСТ 30734-2000                  | Разд. 4-8        |      |
| 2221 Материалы теплоизоляционные (с 27 декабря 2018 года)   |   |                                  |                  | 16   |
| Материалы теплоизоляционные из минеральной ваты   | 23.99.19.111  | ГОСТ 31309-2005                  | Стандарт в целом | 16   |
|   |   | ГОСТ 9473-2012                   | Стандарт в целом | 16   |
|   |   | ГОСТ 10140-2003                  | Стандарт в целом | 15   |
|   |   | ГОСТ 21880-2001                  | Стандарт в целом | 91   |
|   |   | ГОСТ 23307-78                    | Стандарт в целом | 16   |
|   |   | ГОСТ 32312-2011                  | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ 32314-2012                  | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ 15598-2014                  | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ 32310-2012                  | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 56148-2014                | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ Р 56950-2016                | Стандарт в целом |      |
|   |   | ГОСТ 33949-2016                  | Стандарт в целом |      |
| 573220 Нормализованный, цемент глиноземистый, цемент шлаковый, цемент сульфатостойкий и вулканический гидравлические цементы, портландцементы или расширяющиеся или в форме клинкеров |   |                                  |                  | 16   |
|   | 23.51.12.111  | ГОСТ Р 58536-2016                | Стандарт в целом |      |
|   | 23.51.12.111  | ГОСТ Р 1581-96                   | Стандарт в целом |      |
|   | 23.51.12.111  | ГОСТ Р 58536-2016                | Стандарт в целом |      |
|   | 23.51.12.130  | ГОСТ Р 15825-80                  | Стандарт в целом |      |
|   | 23.51.12.130  | ГОСТ Р 58536-2016                | Стандарт в целом |      |
|   | 57 3028:  | ГОСТ Р 25328-82                  | Стандарт в целом |      |

Рис. 2. Информация о продукции, подлежащей сертификации, публикуемая на сайте Росстандарта (www.gost.ru)

интересованных сторон применительно к различным сферам стандартизации. Действуют технические комитеты и в области стандартизации строительных материалов.

В Российской Федерации проведение работ по национальной и региональной (межгосударственной) стандартизации в области строительства и строительных материалов, изделий и конструкций активно ведется с конца 1990-х гг. В 2004 г. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в целях организации и проведения работ по стандартизации в области строительства в соответствии с требованиями Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» приказом от 22 декабря 2004 г. № 81 создан Технический комитет по стандартизации № 465 «Строительство» (ТК 465). Функции по ведению секретариата возложены на подведомственный Минстрою ФАУ «ФЦС». В состав ТК входит 191 участник.

В дальнейшем приказом Росстандарта от 30 декабря 2016 г. № 2034 создан технический комитет по стандартизации № 144 «Строительные материалы (изделия) и конструкции», состоящий из подкомитетов «Строительные материалы и конструкции минеральные неметаллические», «Строительные изделия и конструкции деревянные», «Материалы стеновые и перегородочные неметаллические, изделия и конструкции на их основе», «Отделочные материалы», «Строительные конструкции металлические». Функции по ведению секретариата возложены на подведомственный Росстандарту ФГУП «ВНИИСМТ», а в состав ТК входит 109 участников.

Поскольку состав каждого из ТК представлен из более 100 членов (предприятий и организаций промышленности, научных организаций, объединений юридических лиц, учебных заведений и федеральных органов исполнительной власти), указанные технические комитеты являются одними из наиболее крупных в системе Росстандарта. Во избежание дублирования областей

стандартизации Росстандартом был подписан приказ от 22 марта 2017 г. № 613 «О разграничении областей деятельности технических комитетов по стандартизации ТК 144 «Строительные материалы и изделия» и ТК 465 «Строительство». Следует отметить, что за прошедший год наличие подобного приказа действительно показало свою ценность: все поступающие на утверждение стандарты, затрагивающие общие или близкие области стандартизации, обладают результатами экспертизы смежного технического комитета.

На 2018 г. в области строительных материалов, конструкций и изделий в рамках ТК 144 запланировано утверждение не менее 17 национальных стандартов Российской Федерации (за счет средств разработчика с возможностью дальнейшего субсидирования понесенных затрат), при этом всего в работе ТК 144 находится почти 100 стандартов. В рамках ТК 465 запланировано утверждение 81 стандарта, в том числе 58 стандартов за счет средств разработчика. При этом необходимо отметить, что с 2017 г. впервые разработка стандартов стала финансироваться, в том числе напрямую Минстроем России.

Отдельные темы, связанные с вопросами стандартизации в области строительства и строительных материалов, разрабатываются также в рамках таких технических комитетов, как ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность», ТК 045 «Железнодорожный транспорт», ТК 418 «Дорожное хозяйство», ТК 400 «Производство работ в строительстве. Типовые организационные и технологические процессы» и ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии». В целом это соответствует международной практике, согласно которой вопросами стандартизации в строительстве, строительных материалах и смежных областях занимается значительное число технических комитетов, каждый из которых отвечает за более узкую область и обеспечивает тем самым быструю и эффективную разработку современных стандартов:

– в Международной организации по стандартизации (ИСО) – 13 технических комитетов,

– в Европейском комитете по стандартизации – 38 технических комитетов.

При включении группы продукции в перечень той, что подлежит обязательной сертификации, наличие стандартов, не только предъявляющих требования к самой продукции, но и определяющих правила сертификации, позволяет участникам рынка, являющимся потенциальными заявителями на прохождение обязательной сертификации, изначально иметь комплексное представление обо всех этапах проведения данной процедуры, а также о своих правах и обязанностях. В этой связи необходимо отметить вступление в силу национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 58065–2018 «Оценка соответствия. Правила сертификации радиаторов отопления и конвекторов отопительных» как один из наиболее ярких и положительных примеров вовлечения всех заинтересованных сторон в процессы стандартизации.

Как уже отмечалось, Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2017 г. № 717 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2009 г. № 982» в перечень продукции, подлежащей сертификации, было внесено дополнение в части радиаторов отопления и конвекторы отопительные. Постановление вступает в силу по истечении 12 месяцев со дня его официального опубликования, т. е. в июне 2018 г. Ассоциацией производителей радиаторов отопления (АПРО) заблаговременно была начата работа по определению правил сертификации. Так, первая редакция проекта ГОСТ Р была сформирована АПРО еще до принятия постановления Правительства Российской Федерации от 17 июня 2017 г. № 717 о введении обязательной сертификации радиаторов отопления и конвекторов отопительных.

Разработка проекта ГОСТ Р была осуществлена в целях обеспечения прозрачности и правовой определенности процедуры обязательной сертификации радиаторов отопления и конвекторов отопительных, что позволит защитить производителей и других участников

российского рынка отопительных приборов от избыточных требований органов по сертификации. В результате проведения разработчиком всех установленных процедур, сопутствующих разработке и подготовке к утверждению стандарта и привлечению к обсуждению всех заинтересованных сторон, ГОСТ Р 58065–2018 «Оценка соответствия. Правила сертификации радиаторов отопления и конвекторов отопительных» утвержден приказом Федерального агентства от 30 января 2018 г. № 35-ст с датой введения в действие 1 марта 2018 г.

В настоящее время в рамках Программы национальной стандартизации на 2018 г. в рамках ТК 144 также запланирована работа по пересмотру стандарта ГОСТ 31311–2005 «Приборы отопительные. Общие технические условия» и ГОСТ 53583–2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний», обеспечивающих доказательную базу для сертификации указанных изделий.

Таким образом, в случае сопровождения сертификации продукции работами по поддержанию в рабочем состоянии и совершенствованию нормативно-технической базы (при активном вовлечении промышленности) введение обязательного подтверждения соответствия строительных материалов может стать действенным механизмом защиты рынка от недобросовестных производителей. В качестве перспективы развития обязательного подтверждения соответствия строительных материалов целесообразно отметить:

– установление единого порядка и правил проведения процедуры подтверждения соответствия в Российской Федерации;

– приведение структуры перечня, приведенного в постановлении Правительства РФ от 01.12.2009 № 982 к Общероссийскому классификатору ОКПД 2, а также установления ссылок из него на национальные стандарты РФ;

– по согласованию с отраслью расширение номенклатуры продукции, подлежащей обязательной сертификации и подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии.

### Список литературы

1. Туманов Д.К., Сергеева А.А., Туманова М.В. Проблематика использования строительных материалов: экологичность, сертификация, фальсификация // *Технология и организация строительного производства*. 2013. № 4 (5). С. 32–35.
2. Панюкова Ю.В., Гурова М.В. Обязательная экспертиза и сертификация строительных материалов и изделий по показателям пожарной безопасности // *Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы*. 2016. № 1 (8). С. 87–89.
3. Кардапольцев К.В., Кардапольцева А.В., Кирпичева Я.М. Особенности сертификации иностранных строительных материалов на территории РФ // *Тамозженное дело и внешнеэкономическая деятельность компаний*. 2017. № 1 (2). С. 433–449.
4. Бабуринов В.В., Бойко О.А., Панов С.Л. Оборот контрафактных строительных материалов: детерминанты и меры противодействия // *Юридическая наука и правоохранительная практика*. 2016. № 1 (35). С. 128–133.
5. Скобелев Д.О., Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Аверочкин Е.М. Энергетическая и экологическая эффективность производства строительных материалов // *Компетентность*. 2011. № 9–10. С. 32–41.
6. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Миронов А.В., Малков А.В. НДТ: новое экологическое измерение качества в промышленности строительных материалов // *Компетентность*. 2015. № 8 (129). С. 4–8.

### References

1. Tumanov D.K., Sergeyeva A.A., Tumanova M.V. Problematik of use of construction materials: environmental friendliness, certification, falsification. *Tehnologija i organizacija stroitel'nogo proizvodstva*. 2013. No. 4 (5), pp. 32–35. (In Russian).
2. Panyukova Yu.V., Gurova M.V. Obligatory examination and certification of construction materials and products on indicators of fire safety. *Rossijskaja nauka i obrazovanie segodnja: problemy i perspektivy*. 2016. No. 1 (8), pp. 87–89. (In Russian).
3. Kardapoltsev K.V., Kardapoltseva A.V., Kirpicheva Ya.M. Features of certification of foreign construction materials in the territory of the Russian Federation. *Tamozhennoe delo i vneshnejekonomicheskaja dejatel'nost' kompanij*. 2017. No. 1 (2), pp. 433–449. (In Russian).
4. Baburin V.V., Boyko O.A., Sirs S.L. Oborot of counterfeit construction materials: determinants and measures of counteraction. *Juridicheskaja nauka i pravoohranitel'naja praktika*. 2016. No. 1 (35), pp. 128–133. (In Russian).
5. Skobelev D.O., Guseva T.V., Molchanova Ya.P., Averochnik E.M. Power and environmental efficiency of production of construction materials. *Kompetentnost'*. 2011. No. 9–10, pp. 32–41. (In Russian).
6. Guseva T.V., Molchanova Ya.P., Mironov A.V., Malkov A.V. NDT: new ecological measurement of quality in the industry of construction materials. *Kompetentnost'*. 2015. No. 8 (129), pp. 4–8. (In Russian).

УДК 69:338.27

И.И. АКУЛОВА, д-р экон. наук (akulovaii@yandex.ru);  
 Е.М. ЧЕРНЫШОВ, д-р техн. наук, академик РААСН (chem@vgasu.vrn.ru)

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

## Стратегия развития регионального строительного комплекса: технология разработки, направления и опыт реализации

Рассматриваются актуальные вопросы разработки стратегии развития регионального строительного комплекса (РСК). Обозначены отраслевые проблемы, цель и задачи развития комплекса. Показано, что технология разработки стратегии РСК должна опираться на современную научную базу, основу которой составляют экономическая теория и системотехника, теория прогнозирования и экономическая география, математическое моделирование и статистика. В качестве главных направлений реализации стратегии выделены жилищное строительство, инфраструктурное и промышленное строительство, архитектурно-строительное проектирование, производство строительных материалов, изделий и конструкций, кадровая политика, техническое регулирование. Для определения значений стратегических индикаторов развития регионального строительного комплекса предложено применять сценарное прогнозирование, обеспечивающее многовариантный подход при разработке стратегии. В самой процедуре прогнозирования должны быть учтены демографическая и социально-экономическая специфика региона, особенности его сырьевой базы и производственного потенциала, тенденции в потребительских предпочтениях населения по отношению к параметрам комфортности жилищных условий.

**Ключевые слова:** региональный строительный комплекс, стратегия развития, технология разработки, сценарное прогнозирование, направления реализации.

**Для цитирования:** Акулова И.И., Чернышов Е.М. Стратегия развития регионального строительного комплекса: технология разработки, направления и опыт реализации // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 17–23.

I.I. AKULOVA, Doctor of Sciences (Economics) (akulovaii@yandex.ru),  
 E.M. CHERNYSHOV, Doctor of Sciences (Engineering), academician RAACS (chem@vgasu.vrn.ru)  
 Voronezh State Technical University (84, 20 years of October St., Voronezh, 394006, Russian Federation)

### Strategy of Development for a Regional Construction Complex: Technology of Development, Direction and Experience of Realization

Topical issues of development of the strategy of development for the regional construction complex (RCC) are considered. Branch problems, the purpose and problems of development of a complex are designated. It is shown that the technology of development of strategy of RSK has to lean on modern scientific base which basis is made by the economic theory and system engineering, the theory of forecasting and economic geography, mathematical modeling and statistics. As the main directions of realization of strategy housing construction, infrastructure and industrial construction, architectural and construction design, production of construction materials, products and designs, personnel policy, technical regulation are allocated. It is offered to apply the scenario forecasting providing multiple approach when developing strategy to determination of values of strategic indicators of development of a regional construction complex. In the procedure of forecasting demographic and social and economic specifics of the region, feature of his source of raw materials and production potential, a tendency in consumer preferences of the population in relation to parameters of comfort of living conditions have to be considered.

**Keywords:** regional construction complex, development strategy, technology of development, scenario forecasting, directions of realization.

**For citation:** Akulova I.I., Chernyshov E.M. Strategy of development for a regional construction complex: technology of development, direction and experience of realization. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 17–23. (In Russian).

**Актуальность проблемы.** Строительному комплексу всегда отводилась и отводится ведущая роль в развитии общества и экономики. В качестве результата деятельности комплекса выступают основные производственные фонды, необходимые для формирования промышленного потенциала, объекты социально-культурного и жилого назначения, количественные и качественные параметры которых определяют уровень жизни населения страны и его благосостояние.

Являясь относительно самостоятельной частью национальной экономики, строительный комплекс обладает собственной структурой, которую формируют подсистемы различного уровня, включающие соответствующие отрасли – капитальное строительство, промышленность строительных материалов; подотрасли – цементная, нерудных материалов, вяжущих веществ, сборного железобетона и пр.; предприятия и организации, обеспечивающие проектирование, строительство, производство материалов и изделий, подготовку кадров [1, 2].

Между национальной экономикой и строительным комплексом существует и проявляется устойчивая взаимосвязь. Замечено, что сокращение темпов жилищного

строительства является предвестником кризиса в макроэкономике. Справедливо и то, что в период кризиса возникает ситуация, когда приобретение недвижимости, и прежде всего жилья, рассматривается как выгодное вложение капитала в целях защиты его от обесценения [3]. Это стимулирует инвестиционную активность строительных организаций, населения и, как следствие, увеличение объемов жилищного строительства и рост общественного продукта.

Таким образом, ситуация в строительном комплексе является своеобразным индикатором состояния макроэкономике, показателем экономического и технического развития государства [3]. Исходя из изложенного приоритетную значимость и все возрастающую актуальность приобретает проблема разработки стратегии развития строительного комплекса как на макроуровне, так и на уровне регионов, обладающих своей специфической ресурсной и промышленной потенциалов, социально-экономических условий и пр. [4].

**Технология разработки стратегии и цель развития регионального строительного комплекса.** Процедура разработки стратегии – перманентный процесс. Авторы на-





Рис. 1. Стратегическая цель функционирования и развития регионального строительного комплекса

стоящей публикации на протяжении более чем двадцатилетнего периода являлись участниками процесса разработки программных документов по развитию строительного комплекса Воронежской области: областной программы «Свой дом» на 2003–2006 годы, областной программы «О приоритетных направлениях развития промышленности строительных материалов и стройиндустрии на 2002–2006 годы», областной целевой программы «Доступное жилье» на 2009–2010 годы, региональной целевой программы «Стимулирование развития жилищного строительства в Воронежской области в 2011–2015 годах», Региональной целевой программы «Развитие предприятий промышленности строительных материалов и индустриального домостроения в Воронежской области в 2011–2015 годах и на период до 2020 года» и др. С учетом накопленного опыта в данной статье излагается часть «наработанных» материалов по технологии разработки стратегии развития регионального строительного комплекса (РСК), включающей методологические подходы и методические приемы выявления тенденций, формирования прогнозов и ключевых проектов РСК на долгосрочную перспективу.

В настоящее время на территории РФ реализуется подготовленная Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ при участии органов исполнительной власти, национальных объединений в сфере инженерных изысканий, проектирования и строительства, научных и образовательных организаций «Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года», определяющая приоритеты и основные направления государственной политики в строительной сфере. С учетом положений данного документа в разрабатываемых регионами стратегиях социально-экономического развития до 2035 г. обозначены цели и основные задачи развития регионального строительного комплекса, способы достижения целей, ключевые инвестиционные проекты и ожидаемые результаты.

Технология разработки стратегии развития РСК должна базироваться на современной системе представлений о подходах и принципах определения эффективных направлений функционирования регионального строительного комплекса и всех его подсистем. Формирование таких концептуально-методологиче-

ских представлений опирается на современную научную базу, основу которой составляют экономическая теория и системотехника, теория прогнозирования и экономическая география, математическое моделирование и статистика [5, 6].

Стратегическая цель функционирования и развития регионального строительного комплекса (рис. 1), на наш взгляд, состоит в *обеспечении потребностей общества в объектах строительства на основе применения эффективных конкурентоспособных и безопасных строительных материалов, изделий и технологий при рациональном использовании всех видов ресурсов и сохранении чистой биосферной среды региона.*

Эволюционное, а правильнее, эволюционно-прорывное движение регионального строительного комплекса в обеспечении и достижении указанной цели обусловливается общесистемными закономерностями, фундаментальными экономическими законами, положениями «мировой динамики» (Форрестер Дж. *Мировая динамика* / Пер. с англ. под ред. Д.М. Гвишиани, Н.Н. Моисеева. М.: Наука, 1978. 167 с.), зависит от большого количества факторов, отражающих диалектическую взаимосвязь производственной деятельности, качества жизни человека, демографических тенденций, загрязнения окружающей среды, запасов природных ресурсов и ее (системы) стартового состояния [7].

**Анализ текущего состояния РСК.** Оценка текущего состояния строительного комплекса, выполненная на примере Воронежской области, показала, что современная ситуация в отрасли характеризуется замедлением, а по некоторым позициям даже снижением темпов роста. Так, по итогам 2016 г. объем работ по виду экономической деятельности «Строительство» в регионе по сравнению с 2015 г. вырос на 3,9%, ввод жилых объектов – на 3,3%, а обеспеченность населения жильем достигла 28,8 м<sup>2</sup> на человека. Однако уже в 2017 г. ввод жилья остался практически на том же уровне, что и в 2016 г., составив 1689,1 тыс. м<sup>2</sup> общей площади. При этом уровень использования производственных мощностей строительных организаций не превысил 60%, а степень износа парка машин и механизмов приблизилась к 50%. Остается низкой производительность труда в строительном процессе.

Уровень рентабельности продукции стройиндустрии на протяжении достаточно продолжительного периода не соответствует требованиям эффективности развития промышленности строительных материалов и находится на уровне только 5–7%. Отчасти это связано с ситуацией, когда предприятия данной подотрасли РСК, выпускающие широкую номенклатуру изделий и конструкций, лишь в незначительной и ограниченной степени применяют решения технологий нового поколения.

Не может успокаивать и удовлетворять то, что строительный комплекс Воронежской области занимает лидирующие позиции в Центральном федеральном округе, его доля в ВРП по итогам 2016 г. составила 8,8%, что почти на 3% больше, чем доля всей строительной отрасли РФ в ВВП. Ведь это имеет место на фоне функционирования «технологий прошлого». Да, есть прорывы в архитектурно-строительных системах зданий, в масштабном применении ряда эффективных строительных материалов и изделий, но в целом инновационная активность отрасли по-прежнему оставляет желать лучшего.

**Отраслевые проблемы, задачи и направления их решения.** Результаты оценки сегодняшних параметров строительного комплекса Воронежской области и примененный для определения сильных и слабых сторон отрасли метод SWOT-анализа позволили сформулировать ряд проблем, которые оказывают негативное влияние на деятельность РСК и которые должны быть учтены в «Стратегии-2035» и разрешены в перспективе:



Рис. 2. Методологические подходы к разработке и направления реализации стратегии развития регионального строительного комплекса

- низкая доступность жилья для населения;
- снижение инвестиционной активности;
- высокая степень износа оборудования, парка машин и механизмов;
- низкий уровень механизации и автоматизации производства;
- низкая инновационная активность при недостаточной эффективности действующей системы передачи инновационных разработок в строительное производство;
- низкая производительность труда;
- дефицит в квалифицированных работниках и особенно в кадрах рабочих профессий;
- несовершенство нормативно-правовой и нормативно-технической базы проектирования;
- отсутствие единой базы сметных нормативов на проектирование и строительство [1, 2].

Преодоление обозначенных проблем, носящих во многом системный характер, в процессе достижения стратегической цели развития РСК связано с изменением подходов в решении комплекса разноплановых задач, и прежде всего с усилением инновационной составляющей комплекса [8, 9].

Логический анализ и проведенное на его основе структурирование проблем позволили выделить укрупненные блоки – направления их решения, отражающие специфику деятельности основных подсистем строительной отрасли (рис. 2):

- I – жилищное строительство;
- II – инфраструктурное и промышленное строительство;
- III – архитектурно-строительное проектирование;
- IV – производство строительных материалов, изделий и конструкций;
- V – кадровая политика;
- VI – техническое регулирование.

Таким образом, в рамках указанных направлений в «Стратегии-2035» предстоит решать следующие задачи [1, 10]:

- *жилищное строительство* – обеспечение роста объемов жилищного строительства на основе повышения доступности жилья для населения, улучшение по-

требительских качеств жилья; расширение применения инновационных строительных технологий, снижающих ресурсоемкость строительства; развитие системы страхования прав потребителей рынка жилья; разработка и внедрение механизма стимулирования строительства социально ориентированного жилья; развитие различных форм кредитования и поддержки малообеспеченной группы населения и др.;

- *инфраструктурное и промышленное строительство* – обновление и строительство новых транспортных коммуникаций; модернизация и реконструкция инженерных систем; воспроизводство основных фондов промышленной базы области;

- *архитектурно-строительное проектирование* – активное внедрение в практику строительства эффективных архитектурно-строительных систем (АСС) жилых зданий, конкурентоспособных строительных материалов и технологий [11–13]; разработка и утверждение каталога региональных базовых проектов жилых зданий различных социальных стандартов, отвечающих требованиям доступности, энергоэффективности и экономичности для условий Воронежской области; создание системы и проектирование упорядоченной застройки пригородной зоны г. Воронежа и крупных районных центров области с государственным кредитным инвестированием инфраструктуры застройки;

- *производство строительных материалов, изделий и конструкций* – модернизация базы строительной индустрии и промышленности строительных материалов; внедрение в производство инновационных разработок и нанотехнологий; развитие региональной сырьевой базы с целью снижения материальных затрат, расширение применения многотоннажных отходов основных отраслей промышленности региона;

- *кадровая политика* – совершенствование системы непрерывного образования для кадрового обеспечения предприятий промышленности строительных материалов, строительных и проектных организаций; расширение системы подготовки кадров всех уровней; подготовка нормативной базы для взаимодействия учебных заведений с предприятиями и организациями строительного

Целевой и базовый прогнозы значений стратегических индикаторов развития строительного комплекса Воронежской области

| Наименование показателя  | Прогнозные значения показателя по годам |      |      |      |      |
|--|---|------|------|------|------|
|  | 2018                                    | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 |
| <b>Целевой сценарий</b>  |   |      |      |      |      |
| Ввод в действие общей площади объектов различного назначения, тыс. м <sup>2</sup> , всего:   | 2030                                    | 2154 | 2412 | 2690 | 3000 |
| в том числе жилых домов  | 1720                                    | 1780 | 1945 | 2120 | 2315 |
| Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, м <sup>2</sup> /чел. | 29,8                                    | 31   | 34,1 | 37,5 | 41,3 |
| <b>Базовый сценарий</b>  |   |      |      |      |      |
| Ввод в действие общей площади объектов различного назначения, тыс. м <sup>2</sup> , всего:   | 1980                                    | 2050 | 2135 | 2245 | 2335 |
| в том числе жилых домов  | 1690                                    | 1707 | 1750 | 1795 | 1840 |
| Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, м <sup>2</sup> /чел. | 29,8                                    | 30,8 | 33,8 | 36,7 | 39,6 |

комплекса региона по системе переподготовки и повышения квалификации отраслевых специалистов [14–16];

- *техническое регулирование* – разработка территориальных строительных норм по применению местных строительных материалов, изделий и конструкций, в том числе с использованием техногенного сырья.

**Прогнозирование значений стратегических индикаторов развития РСК.** Помимо цели, задач и направлений разрабатываемая стратегия должна содержать количественные показатели, иначе индикаторы, развития регионального строительного комплекса, которые могут быть установлены в процессе прогнозирования. Большое количество факторов, которое нужно учесть в этой процедуре, непрерывные изменения в степени их влияния на деятельность РСК объективно требуют применения специального, отличного от традиционного подхода к проведению прогнозных исследований. В качестве такого подхода, по нашему мнению, целесообразно использовать сценарный подход, хорошо зарекомендовавший себя в исследовании динамики развития сложных социально-экономических систем, к которым, безусловно, относится региональный строительный комплекс [17–19].

Сущность сценарного прогнозирования состоит в построении нескольких наиболее вероятных вариантов (сценариев) развития объекта исследования, каждый из которых реализуется при различных условиях, формируемых под влиянием определенных факторов.

В совокупность факторов, обуславливающих развитие РСК, входят группы природно-географических, социально-экономических, производственно-технических, демографических, организационно-управленческих и экологических факторов. При этом влияние указанных факторов неоднозначно:

- *социально-экономические факторы* в основном определяют спрос и опосредованно, через инвестиционную составляющую предложение на региональном рынке жилья;

- *демографические факторы* обуславливают количественно и качественно потенциальные потребности населения в строительной продукции;

- *природно-географические факторы* играют роль своего рода «базиса» развития РСК;

- *производственно-технологические факторы* определяют объем и структуру производства строительных материалов, уровень затрат на создание строительной продукции, интенсивность инновационного обновления производственной базы, ресурс инвестиций на развитие РСК и пр.;

- *экологические факторы* предопределяют потенциальные районы возможного размещения новых промышленных предприятий и районы предполагаемого жилищного строительства с учетом зон фактической и перспективной экологической напряженности, а также уровень комфортности микроклимата помещений;

- *организационно-управленческие факторы* отражают качество управленческих решений, направленных на удовлетворение потребностей населения региона в продукции строительства и обеспечивающих реальность его (решения) реализации [1].

В приведенном перечне факторов в качестве *ключевых* следует выделить:

- интенсивность инновационного обновления капитального строительства и его производственной базы;

- уровень инвестиционной привлекательности и эффективность инвестиционной политики региона;

- уровень доступности жилья для населения;

- степень влияния инфляционных процессов;

- уровень реальных денежных доходов населения;

- развитие различных форм кредитования.

В зависимости от характера и степени влияния этих факторов, стартового состояния комплекса представляются целесообразными два сценария развития РСК Воронежской области в перспективе до 2035 г. – базовый и целевой. С учетом того, что в структуре строительной продукции порядка 76–80% составляют жилые объекты, изначально следует разработать соответствующие сценарии развития жилищного строительства.

*Базовый сценарий* характеризуется усилением инвестиционной направленности развития строительного комплекса. Сценарий опирается на широкое внедрение в практику строительства инновационных строительных технологий и технологий производства конкурентоспособных строительных материалов и изделий, модернизацию производственной базы строительства. Среднегодовые темпы роста ВРП оцениваются на уровне 2,5–3,9% в 2018–2035 гг., годовые темпы инфляции – порядка 6%, ставка по ипотечным кредитам – 10%.

*Целевой сценарий* разрабатывается на основе базового сценария, при этом он характеризуется форсированными темпами роста объемов инвестиций в отрасль. Сценарий предполагает полную модернизацию производственной и сырьевой базы строительства, переход на инновационные строительные технологии. Среднегодовые темпы роста ВРП оцениваются на уровне 4–6% в 2018–2035 гг., годовые темпы инфляции – порядка 4%, ставка по ипотечным кредитам – 7%.



Таблица 2

## Прогнозные сценарии потребления основных видов строительных материалов в Воронежской области

| Наименование материала   | Вид сценария | Прогнозные значения показателя по годам |      |       |       |       |
|--|--------------|---|------|-------|-------|-------|
|  |              | 2018                                    | 2020 | 2025  | 2030  | 2035  |
| Цемент, тыс. т   | Целевой      | 3140                                    | 3660 | 4115  | 4545  | 5125  |
|  | Базовый      | 3070                                    | 3520 | 3665  | 3850  | 4020  |
| Известь, тыс. т  | Целевой      | 430                                     | 475  | 540   | 640   | 670   |
|  | Базовый      | 355                                     | 415  | 430   | 455   | 470   |
| Конструкции и детали сборные железобетонные, тыс. м <sup>3</sup>             | Целевой      | 845                                     | 930  | 1045  | 1170  | 1300  |
|  | Базовый      | 690                                     | 820  | 855   | 900   | 935   |
| Стеновые материалы (без стеновых железобетонных панелей), млн шт. усл. кирп. | Целевой      | 945                                     | 1025 | 1185  | 1310  | 1460  |
|  | Базовый      | 810                                     | 925  | 955   | 1015  | 1055  |
| Нерудные строительные материалы, тыс. м <sup>3</sup>                         | Целевой      | 8460                                    | 9790 | 10965 | 12225 | 13635 |
|  | Базовый      | 7920                                    | 8915 | 9280  | 9760  | 10150 |

Базовый сценарий предполагает увеличение объемов жилищного строительства по сравнению с 2017 г. в 1,1 раза, а целевой – в 1,37 раза. Отметим, что базовый сценарий к 2035 г. обеспечит объемы жилищного строительства примерно в 0,8 м<sup>2</sup> на одного жителя области.

На основе разработанных сценариев динамики жилищного строительства формируются аналогичные сценарии динамики ввода в действие общей площади объектов различного назначения, которая совместно с рядом других индикаторов характеризует эффективность развития регионального строительного комплекса (табл. 1).

В соответствии с разработанными сценариями обеспечивается неуклонный рост объемов ввода в действие общей площади объектов различного назначения. При этом по сравнению с 2016 г. обеспеченность одного жителя жильем к концу 2035 г. возрастет с 28,8 до 41,3 м<sup>2</sup>/чел. в соответствии с целевым прогнозом и до 39,6 м<sup>2</sup>/чел. – по данным базового сценария. При расчетах этого показателя учитывалась динамика выбытия ветхого жилого фонда.

Прогнозируемая динамика строительства потребует увеличения объемов производства и (или) ввоза (при отсутствии производства на территории области) необходимых строительных материалов и изделий из других регионов (табл. 2).

В качестве целевых индикаторов развития подсистемы производства строительных материалов следует обозначить: доведение производства ряда важнейших стройматериалов на душу населения: цемента – до 2,2 т/чел.; извести – 0,287 тыс. т; мелкоштучных стеновых материалов – 625 шт. усл. кирп. /чел.; сборных железобетонных конструкций – 0,56 м<sup>3</sup>/чел.; нерудных строительных материалов – 5,85 м<sup>3</sup>/чел.

В соответствии с базовым сценарием к 2035 г. по сравнению с 2017 г. потребление цемента возрастет в 1,4 раза, конструкций и деталей сборных железобетонных – в 1,5 раза, мелкоштучных стеновых и нерудных материалов – в 1,35 раза.

Сопоставление прогнозируемых значений потребления основных строительных материалов, изделий и конструкций с имеющимися производственными мощностями стройиндустрии позволит сформировать план ключевых инвестиционных проектов, обеспечивающих необходимую динамику строительства [20]. При этом надо иметь в виду, что регион может являться «экспортером» некоторых видов строительных материалов и тогда требуемые мощности по соответствующим продуктам должны быть скорректированы с учетом прогнозируемых объемов вывоза.

**Ожидаемые результаты реализации «Стратегии-2035».**

По итогам реализации ключевых проектов и решения задач стратегического развития РСК к 2035 г. можно ожидать следующие результаты:

– обеспечение темпа роста в основной капитал отрасли за счет всех источников финансирования до 10% в год;

– увеличение производительности труда в строительной отрасли в два раза по сравнению с 2015 г.;

– увеличение доли инновационных товаров, работ и услуг в общем объеме товаров, работ и услуг строительной отрасли до 20%;

– увеличение удельного веса организаций, осуществляющих технологические, организационные и маркетинговые инновации в строительной отрасли до 15%;

– увеличение затрат на технологические инновации в строительной отрасли за счет собственных средств организаций до 20%;

– снижение степени износа парка машин и механизмов строительных организаций и основных фондов предприятий промышленности строительных материалов до 25%;

– доведение удельного расхода топливно-энергетических ресурсов при производстве цемента до мирового и европейского уровней: топлива – до 120 кг усл. топл./т, клинкера и электроэнергии – до 103 кВт·ч/т цемента;

– увеличение доли строительных материалов и изделий с использованием техногенного сырья до 20%;

– сокращение объема ввоза (импорта) строительных материалов на территорию региона;

– создание комфортной и безопасной среды жизнедеятельности населения;

– ускорение социально-экономического развития региона.

**Выводы.** Обозначенные результаты как стратегические ориентиры могут быть достигнуты только при поддержке государственных органов власти региона, которые должны обеспечить реализацию стратегии развития строительного комплекса на основе формирования программных документов в сфере капитального строительства, промышленности строительных материалов, кадрового сопровождения отрасли и других подсистем РСК. В подобных документах потребуются учесть демографическую и социально-экономическую специфику региона, особенности его сырьевой базы и производственного потенциала, тенденции в потребительских предпочтениях населения по отношению к параметрам комфорта жилищных условий.

**Список литературы**

1. Акулова И.И., Чернышов Е.М., Праслов В.А. Прогнозирование развития регионального строительного комплекса: теория, методология и прикладные задачи. Воронеж: Воронежский гос. техн. ун-т, 2016. 162 с.
2. Семенов В.Н. Перспективы развития регионального жилищного строительства на примере Воронежской области. Воронеж: Воронежский гос. архит.-строит. ун-т, 2011. 139 с.
3. Кондратьев В.Б. Отраслевая промышленная политика как мотор модернизации экономики. В кн.: *Отрасли и сектора глобальной экономики: особенности и тенденции развития*. М.: Фонд исторической перспективы, Центр исследований и аналитики. 2015. С. 8–32.
4. Мачерет Д.А., Кузнецов Р.А. Формирование типовой структуры стратегии долгосрочного развития предприятий строительной отрасли. *Современные проблемы управления экономикой транспортного комплекса России: конкурентоспособность, инновации и экономический суверенитет: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Института экономики и финансов МИИТа*. М: Московский государственный университет путей сообщения, Институт экономики и финансов. 2015. С. 160–162.
5. Вильнер М.Я. О подходах к формированию стратегии развития строительной отрасли // *БСТ: Бюллетень строительной техники*. 2015. № 12 (976). С. 54–55.
6. Баштыгова И.Р. Тенденции развития строительной отрасли в экономике России. *Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития: Сборник трудов XXXII Международной научно-практической конференции*. Ростов н/Д, 2017. С. 121–125.
7. Кондратьев В.Б. Природные ресурсы и экономический рост // *Мировая экономика и международные отношения*. 2016. Т. 60. № 1. С. 41–52.
8. Котова Л.Г., Шевченко А.П. Инновационная стратегия предприятий строительной отрасли // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего*. 2014. Т. 1. № 2 (18). С. 170–174.
9. Дрогомирецкий А.В. Инновационные строительные материалы как инструмент стратегического развития отрасли // *Фотинские чтения*. 2014. № 1 (1). С. 113–118.
10. Ломовцева Н.Н., Балдина С.Г. Стратегические направления развития Ульяновской области и их реализация с помощью государственных программ // *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*. 2015. № 6 (78). С. 29.
11. Чернышов Е.М., Акулова И.И., Кухтин Ю.А. Ресурсосберегающие архитектурно-строительные системы для жилых зданий (Воронежский опыт) // *Градостроительство*. 2011. № 5. С. 70–73.
12. Заянчукская Н.В., Опарина Л.А. Энерго- и ресурсосбережение в строительной отрасли ЖКХ в аспекте концепций стратегического развития России. *Стратегическое планирование и развитие предприятий: Материалы XVI всероссийского симпозиума*. Москва, 2015. С. 80–82.
13. Акулова И.И., Дудина Н.А., Баранов Е.В. Методика и результаты оценки конкурентоспособности теплоизоляционных материалов, применяемых в жилищном строительстве. *Экономика. Теория и практика: Материалы международной научно-практической конференции*. Саратов: ЦПМ «Академия Бизнеса». 2014. С. 32–37.
14. Акулова И.И., Праслов В.А. К вопросу о модернизации и развитии системы подготовки кадров для

**References**

1. Akulova I.I., Chernyshov E.M., Praslov V.A. Prognostirovanie razvitiya regional'nogo stroitel'nogo kompleksa: teoriya, metodologiya i prikladnye zadachi [Prediction of development of a regional construction complex: theory, methodology and application-oriented tasks]. Voronezh: Voronezhskii gos. tekhn. un-t, 2016. 162 p. (In Russian).
2. Semenov V.N. Perspektivy razvitiya regional'nogo zhilishchnogo stroitel'stva na primere Voronezhskoi oblasti [The prospects of development of regional housing construction on the example of the Voronezh region]. Voronezh: Voronezhskii gos. arkhит.-stroit. un-t, 2011. 139 p. (In Russian).
3. Kondrat'ev V.B. Branch industrial policy as motor of modernization of economy. V knige: *Otrasli i sektora global'noi ekonomiki: osobennosti i tendentsii razvitiya* [Branches and sectors of global economy: features and tendencies of development]. Fond istoricheskoi perspektivy Tsentr issledovaniy i analitiki. Moscow, 2015, pp. 8–32. (In Russian).
4. Macheret D.A., Kuznetsov R.A. Formation of standard structure of strategy of long-term development of the enterprises of construction branch. *Modern problems of management of economy of a transport complex of Russia: competitiveness, innovations and economic sovereignty: The collection of works of the International scientific and practical conference devoted to the 85 anniversary of institute of economy and finance MIET*. Moskovskii gosudarstvennyi universitet putei soobshcheniya, Institut ekonomiki i finansov. 2015, pp. 160–162. (In Russian).
5. Vil'ner M.Ya. About approaches to formation of the development strategy of construction branch. *BST: Byulleten' stroitel'noi tekhniki*. 2015. No. 12 (976), pp. 54–55 (In Russian).
6. Bashtygova I.R. Tendencies of development of construction branch in economy of Russia. *Economy and management: analysis of tendencies and prospects of development: Collection of works XXXII of the International scientific and practical conference*. Rostov-na-Donu, 2017, pp. 121–125. (In Russian).
7. Kondrat'ev V.B. Natural resources and economic growth. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*. 2016. T. 60. No. 1, pp. 41–52. (In Russian).
8. Kotova L.G., Shevchenko A.P. Innovative strategy of the enterprises of construction branch. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego*. 2014. T. 1. No. 2 (18), pp. 170–174. (In Russian).
9. Drogomiretskii A.V. Innovative construction materials as instrument of strategic development of branch. *Fotinskie chteniya*. 2014. No. 1 (1), pp. 113–118. (In Russian).
10. Lomovtseva N.N., Baldina S.G. The strategic directions of development of the Ulyanovsk region and their realization by means of state programs. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal*. 2015. No. 6 (78), p. 29. (In Russian).
11. Chernyshov E.M., Akulova I.I., Kukhtin Yu.A. Resource-saving architectural and construction systems for residential buildings (The Voronezh experience). *Gradostroitel'stvo*. 2011. No. 5, pp. 70–73. (In Russian).
12. Zayanchukovskaya N.V., Oparina L.A. Power - and resource-saving in a construction housing and utilities sector in aspect of concepts of strategic development of Russia. *Strategic planning and enterprise development: Proceedings of the Sixteenth All-Russian symposium*. Moskva, 2015, pp. 80–82. (In Russian).
13. Akulova I.I., Dudina N.A., Baranov E.V. Technique and results of assessment of competitiveness of the heat-insulating materials applied in housing construction. *Economy*.

- строительного комплекса. *Наука и инновации в строительстве SIB-2008: Материалы международного конгресса. Т. 4.* Воронеж: ВГАСУ, 2008. С. 25–30.
15. Лукманова И.Г., Адаменко М.Б. Формирование инновационного научно-образовательно-производственного кластера строительной отрасли // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 7. С. 52–56.
  16. Праслов В.А., Акулова И.И., Шукина Т.В. Проблемы и направления совершенствования подготовки кадров в условиях реализации стратегии инновационного развития строительной отрасли // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 2. С. 76–81.
  17. Дмитришин Л.И. Сценарное прогнозирование социально-экономического развития регионов // *Российский академический журнал*. 2013. Т. 24. № 2. С. 34–40.
  18. Акулова И.И., Праслов В.А. Сценарное прогнозирование потребности капитального строительства в кадрах рабочих профессий (региональный аспект) // *Вестник гражданских инженеров*. 2016. № 2 (55). С. 267–273.
  19. Мусихина Е.А., Хохрин Е.В. Сценарное прогнозирование устойчивого развития урбанизированных территорий // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2013. № 4 (75). С. 97–101.
  20. Иванов И.Д., Соловьев А.М. Система выбора приоритетных проектов при формировании стратегии развития предприятий строительной отрасли. *Теория активных систем: Материалы международной научно-практической конференции / Под общ. ред. В.Н. Буркова*. Москва, 2014. С. 157–158.
- Theory and practice: Proceedings of the international scientific-practical conference.* Saratov: «Akademiya Biznesa». 2014, pp. 32–37. (In Russian).
14. Akulova I.I., Praslov V.A. To a question of modernization and development of system of training for a construction complex. *Science and innovations in construction SIB-2008: Materials of the international congress, T. 4.* Voronezh: VGASU, 2008, pp. 25–30. (In Russian).
  15. Lukmanova I.G., Adamenko M.B. Formation of an innovative scientific and educational and production cluster of construction branch. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 7, pp. 52–56. (In Russian).
  16. Praslov V.A., Akulova I.I., Shchukina T.V. Problems and the directions of improvement of training in the conditions of realization of strategy of innovative development of construction branch. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2018. No. 2, pp. 76–81. (In Russian).
  17. Dmitrishin L.I. Scenario forecasting of social and economic development of regions. *Rossiiskii akademicheskii zhurnal*. 2013. T. 24. No. 2, pp. 34–40. (In Russian).
  18. Akulova I.I., Praslov V.A. Scenario forecasting of need of capital construction for shots of working professions (regional aspect). *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2016. No. 2 (55), pp. 267–273. (In Russian).
  19. Musikhina E.A., Khokhrin E.V. Scenario forecasting of sustainable development of the urbanized territories. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2013. No. 4 (75), pp. 97–101. (In Russian).
  20. Ivanov I.D., Solov'ev A.M. The system of the choice of priority projects when forming the development strategy of the enterprises of construction branch. *Theory of active systems: Proceedings of the international scientific and practical conference, pod obshchei redaktsiei V.N. Burkova*. Moskva, 2014, pp. 157–158. (In Russian).

г. Веймар (Германия)  
12–14 сентября 2018 г.



F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde | Bauhaus-Universität Weimar

Институт строительных материалов  
им. Ф.А. Фингера (FIB) университета  
Bauhaus-Universität г. Веймар (Германия)  
организует 20-й Международный конгресс  
по строительным материалам

Международный конгресс по строительным материалам IBAUSIL  
проводится в г. Веймаре с 1964 г.  
и за это время стал авторитетным форумом  
для научного обмена между исследователями университетов  
и промышленных предприятий с востока и запада.

### Основные темы конгресса

- Неорганические вяжущие вещества;
- Стеновые строительные материалы / содержание сооружений / переработка материалов.
- Бетоны и долговечность бетонов;

Официальные языки конференции – немецкий, английский

Подробности вы найдете на сайте: [www.ibausil.de](http://www.ibausil.de)

[www.ibausil.de](http://www.ibausil.de)

[www.ibausil.de](http://www.ibausil.de)

[www.ibausil.de](http://www.ibausil.de)

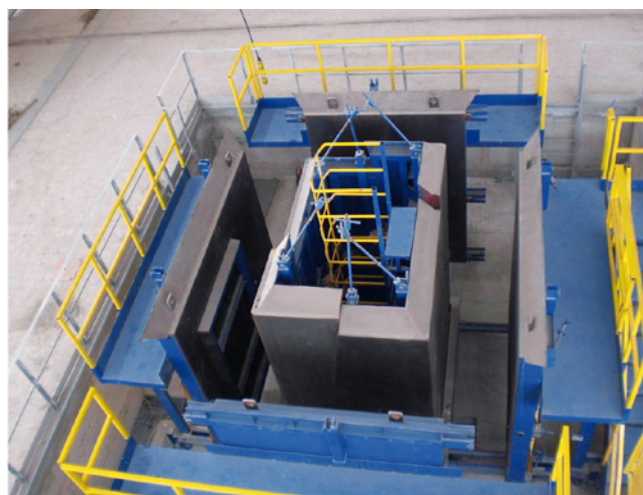
[www.ibausil.de](http://www.ibausil.de)



# 3D-объемная опалубка для эффективного производства от Tecnocon Spa (Progress Group)

Современные требования по сокращению расходов при производстве и жестких сроках возведения зданий сборные железобетонные элементы дают целый ряд существенных преимуществ. Контролируемые условия производства позволяют не только обеспечить постоянно высокое качество, но и точно рассчитать требуемые для изготовления время и расходы. Элементы с максимальной заводской готовностью позволяют значительно сократить сроки строительства. Зачастую уже в процессе производства сборные элементы оснащаются встроенным оборудованием, что сокращает время монтажа на строительной площадке.

Блоки ванн и санитарных узлов наилучшим образом подходят для предварительной комплектации сантехническим оборудованием. Объемные опалубочные 3D-системы компании Tecnocon, одной из компаний Progress Group, специализирующейся на производстве специальных опалубочных систем для индустрии сборных железобетонных элементов, успешно используются для этого.



## Преимущества объемных систем

Благодаря тому, что степень заводской готовности таких блоков ванн достигает 90%, можно существенно сократить строительные расходы. Уже на стадии производства модули оснащаются санитарно-техническим оборудованием, электрооборудованием, системами обогрева и мебелью. Это наряду со стандартизацией и оптимизированным использованием материала позволяет сократить затрачиваемое на изготовление время и повысить производительность. По завершении производства готовые объемные элементы грузятся на автомобили и точно в назначенный срок доставляются на строительную площадку, где с помощью крана устанавливаются в надлежащем месте..

## Широкая область применения объемной опалубки 3D

Объемная опалубка – это широкий выбор возможностей применения. Она используется для изготовления таких сборных элементов, как трансформаторные будки, лифтовые шахты, санузлы, спальня, комнаты, а также целые блок-комнаты и гаражи. В зависимости от желаемой степени автоматизации и имеющейся производственной площади объемная опалубка может проектироваться различных типов. Производиться могут как стеновые элементы, так и элементы с крышей и полом.

## Гибкие производственные процессы

Сердечник опалубочной формы либо имеет форму конуса, либо оснащается гидравлической или механической системой регулировки внутреннего объема. Установка оснащается рядом высокочастотных вибраторов, обеспечивающих эффективное уплотнение свежего бетона. По желанию заказчика в целях ускорения отверждения бетона, формы могут оснащаться системой обогрева.



**ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ПО СНГ:**  
**LiCon GmbH Speckenstraße 3 D-32423 Minden**  
**Tel.: +49 (0)571 / 404 35 41**  
**Fax: +49 (0)571 / 404 35 43**  
**info@licon-gmbh.de www.licon-gmbh.de**

## e<sup>rp</sup>bos® – система планирования ресурсов предприятия от Progress Software Development GmbH (Progress Group)

В качестве инструмента планирования и управления для всех коммерческих и технологических процессов e<sup>rp</sup>bos® – это специализированное комплексное программное решение для предприятий-производителей сборных железобетонных элементов, которое позволяет точно согласовать производство и логистику в рамках соответствующего строительного проекта.

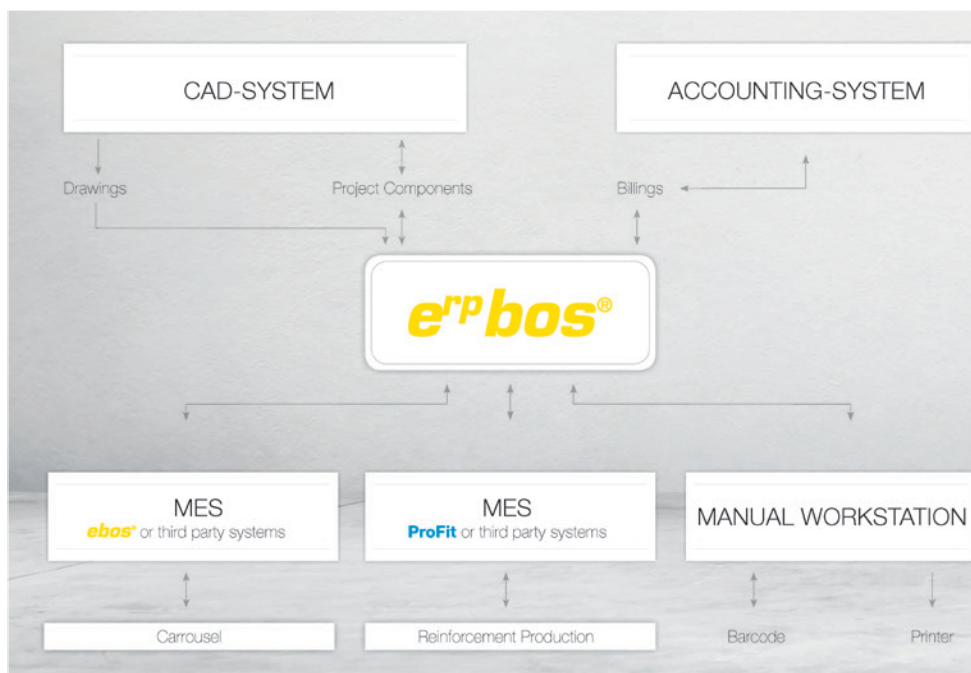
Различные модификации программного обеспечения e<sup>rp</sup>bos®, например для конструктивных железобетонных элементов, бетонных блоков, бетонных потолочных элементов, шахт и гаражей адаптированы к специфическим требованиям соответствующих процессов и представляют собой комплексную линейку решений для железобетонной промышленности.

Множество приложений и опций, таких как импорт данных из систем CAD или CAM, интегрированная система управления документацией DMS, регистрация человеко-часов и производственных данных, а также централизованное управление мастер-данными обеспечивает поддержку всех необходимых для отрасли функций.

Просчет коммерческих предложений, планирование производства и логистики являются не отдельными приложениями e<sup>rp</sup>bos®, а частью мощной системы планирования ресурсов предприятия (ERP). Все компоненты идеально согласованы друг с другом, снижены затраты на управление данными и на освоение системы, упрощены процессы корректировки и расширения.

### Преимущества системы очевидны сразу:

- **КОМПЛЕКСНОЕ ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ**  
Позволяет заменить множество отдельных программных решений на интегрированную комплексную систему. Отпадает проблема совместимости интерфейсов.
- **ИНТУИТИВНО ПОНЯТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ**  
Самое простое управление пользователем: уже после короткого обучения все сотрудники могут профессионально управлять интуитивной системой.
- **НЕЗАВИСИМЫЙ ОТ ПЛАТФОРМЫ ОБМЕН ДАННЫХ**  
PXML и SQL с открытым интерфейсом данных: через SQL и PXML с e<sup>rp</sup>bos-системой могут связываться и обмениваться данными другие системы.



- **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ПРОВЕРКА И КОРРЕКЦИЯ В ОДНОМ ШАГЕ**  
Интегрированный 3D-CAD-Editor и PTS-проверочные функции: данные могут визуализированно во всех деталях проверяться и исправляться.
- **ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗАПРОГРАММИРОВАННОЕ**  
GPA: уникальный (запатентованный) инструмент анализа для эффективного увеличения производительности и анализа затрат.

Программная система e<sup>rp</sup>bos® была разработана компанией Progress Software Development GmbH. Компания входит в группу компаний PROGRESS GROUP и разрабатывает программные решения для индустрии сборных бетонных элементов и арматурной индустрии. К продуктам высокой производительности принадлежат в том числе системы MES для планирования, управления и оптимизации производства, а также ERP-решения для полного отражения процессов предприятия. Благодаря широкому портфолио продукции обеспечивается совершенная интеграция всей производственной цепи, начиная со сбыта через планирование и производство до момента расчета. На основе десятилетиями опыта в данной отрасли компания представляет собой поставщика комплексного решения и заинтересована в долгосрочном сотрудничестве с заказчиком.

УДК 624.012.3

В.В. ГРАНЕВ, д-р техн. наук (cniipz@cniipz.ru), Э.Н. КОДЫШ, д-р техн. наук (otks@yandex.ru),  
Н.Н. ТРЕКИН, д-р техн. наук, К.Е. СОСЕДОВ, инженер

АО «ЦНИИПромзданий» (127238, г. Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2).

## Арматура класса Аn600С в современном строительстве

Арматурный прокат класса Аn600С из стали марки 20Г2СФБА был разработан и выпускается металлургическим комбинатом «Северсталь» (г. Череповец). Благодаря химическому составу, включающему ниобий и ванадий, эта термомеханически упрочненная сталь обладает высокой коррозионно-, пожаростойкостью и пластичностью. Исследование использования арматурного проката класса Аn600С в сборных железобетонных конструкциях показало возможность снижения расхода проката в конструкциях с рамным железобетонным каркасом по серии 1.020-4 и 1.420-35.95 с перекрытиями из многопустотных плит. Снижение расхода арматурного проката достигает 13,3% по сравнению с арматурным прокатом класса А500С, а в зданиях по серии 1.020-1/83(87) 9% по сравнению с арматурным прокатом класса А500С. Для многопустотных плит перекрытия снижение расхода арматуры применяемого в каркасах указанных серий при сравнении с арматурным прокатом класса А500С может достигать 21%, а при сравнении с широко применяемым арматурным прокатом А600 экономия может составить 7%.

**Ключевые слова:** арматурный прокат, сборные железобетонные конструкции, колонны, ригели, многопустотные плиты.

**Для цитирования:** Гранев В.В., Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Соседов К.Е. Арматура класса Аn600С в современном строительстве // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 26–29.

V.V. GRANEV, Doctor of Science (Engineering) (cniipz@cniipz.ru); E.N. KODYSH, Doctor of Science (Engineering) (otks@yandex.ru);  
N.N. TREKIN, Doctor of Science (Engineering) (otks@yandex.ru); K.E. SOSEDOV, Engineer (otks@yandex.ru)  
AO "TSNIIPromzdaniy", (46, bldg.2, Dmitrovskoe Highway, Moscow, 127238, Russian Federation).

### Reinforcement of An600C Class in Modern Construction

Rebar of An600C class made of 20G2SFBA steel has been developed and is manufactured by Cherepovets Steel Mill of PAO "Severstal". Due to the chemical composition including niobium and vanadium, this thermo-mechanically hardened steel has high corrosion resistance, fire resistance and ductility. Research in the use of the rebar of An600S class in prefabricated reinforced concrete structures has shown the possibility to reduce the consumption of rolled product in structures with frame-reinforced concrete frames by series 1.020-4 and 1.420-35.95 with overlappings from multi-hollow slabs. Reduction in the consumption of reinforcing bars reaches 13.3% in comparison with rebar of A500C class, and in buildings of the series 1.020-1/83 (87) – 9% in comparison with the rebar of A500C class. For multicore slabs, the reduction in consumption of the reinforcement used in the frames of these series in comparison with rebar of A500C class can reach 21%, and when compared with the widely used rebar A600, the savings can be 7%.

**Keywords:** reinforcing bars, prefabricated reinforced concrete structures, columns, beams, multicore slabs.

**For citation:** Granev V.V., Kodysh E.N., Trekin N.N., Sosedov K.E. Reinforcement of An600C class in modern construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 26–29. (In Russian).

Арматурный прокат класса Аn600С из стали марки 20Г2СФБА, разработанный Череповецким металлургическим комбинатом «Северсталь», начал выпускаться с 2010 г. по ТУ 14-1-5596–2010 «Прокат термомеханически упрочненный класса Аn600С для армирования железобетонных конструкций». Для его внедрения в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева ОА НИЦ «Строительство» [1–3] и АО ЦНИИПромзданий [4, 5] проведен ряд исследований по комплексной оценке физико-механических свойств и рациональной области применения в железобетонных конструкциях.

Арматурный прокат класса Аn600С из стали марки 20Г2СФБА относится к термомеханически упрочненной в потоке проката стали, присутствие в маркировке стали букв Ф и Б говорит о наличии в составе стали легирующих добавок в виде ниобия и ванадия, в связи с чем для отличия маркировки данного арматурного проката, по аналогии с «северным» прокатом была введена буква «н» в состав названия, обозначающая ниобий.

В результате выполненных в НИИЖБ исследований для оценки физико-механических характеристик арматуры были проведены:

- оценка химического состава стали;
- определение геометрических характеристик;
- определение механических свойств на растяжение и оценка статистической обеспеченности;
- испытание основных типов сварных соединений и определение параметров свариваемости;
- исследование влияния вторичного нагрева и отжига температуры;

– испытание выносливости (при малоцикловом и многоцикловом нагружении);

– исследование коррозионной стойкости.

По химическому составу кроме обычных легирующих элементов, таких как марганец, присутствующих в большинстве легированных арматурных сталей, в химический состав арматурного проката Аn600С введены ниобий и ванадий в суммарном количестве не менее 0,035 и не более 0,1%. Ограничение требований к верхнему и нижнему пределам содержания химических элементов обеспечивает стабильность химического состава и необходимую прочность сварных соединений.

По геометрическим характеристикам арматурный прокат класса Аn600С, как и большинство производимого в настоящее время арматурного проката, имеет серповидный профиль, обеспечивающий сцепление с бетоном. В результате определения величины относительной площади смятия поперечных ребер  $f_r$  следует отметить, что значения  $f_r$  находятся в интервале от 0,074 до 0,1, что гарантирует необходимый уровень сцепления с бетоном.

По механическим свойствам на растяжение прокат Аn600С занимает промежуточное положение между мягкими и высокопрочными сталями. Таким образом, кроме требований по физическому  $\sigma_m$  или условному  $\sigma_{0,2}$  пределу текучести добавляются требования к относительному равномерному удлинению арматуры  $\delta_p$  и отношению временного сопротивления арматурного проката при разрыве  $\sigma_b$  к пределу текучести  $\sigma_b/\sigma_m$ . В соответствии с полученными результатами испытаний



минимальное значение условного предела текучести  $\sigma_{0,2}$  составило 668 МПа, минимальное среднее значение  $\delta_p$  составило 3,8%; минимальное значение отношения временного сопротивления к пределу текучести составило 1,09. По результатам статистической обработки значения предела текучести металла из различных плавок получено значение условного предела текучести, который составил 663 МПа, что превышает значение условного предела текучести 650 МПа, приведенного в технических условиях.

Кроме характеристик, учитываемых в расчете железобетонных конструкций, арматурный прокат Ан600С марки 20Г2СФБА обладает возможностью изгиба вокруг оправки диаметром, равным трем диаметрам арматуры, при угле загиба  $180^\circ$ , что подтверждено результатами испытаний и гарантирует хорошую пластичность арматуры, несмотря на несколько заниженные относительно требований технических условий значения относительных удлинений.

Арматурный прокат может свариваться следующими способами сварки:

- крестообразное соединение;
- стыковое соединение внахлестку;
- ванно-шовное на скобе-накладке;
- контактное стыковое непрерывным оплавлением.

Результаты испытаний сварных соединений показали, что минимальное нормируемое значение временного сопротивления составляет  $\sigma_g = 700$  МПа. Таким образом, арматурный прокат может свариваться практически всеми способами сварки, за исключением сварки, выполняемой в съемных инвентарных формах.

Одной из отличительных особенностей арматурного проката класса Ан600С марки 20Г2СФБА является значительная стойкость к вторичному нагреву и отрицательным температурам. Так, например, в настоящее время для применения в условиях пониженной отрицательной температуры рекомендуется использовать сталь класса Ас500С, выполненную в «северном» исполнении.

Результаты испытания на образцах типа «Менаже» и типа «ЦНИПС» при температуре  $-60^\circ\text{C}$  составили не менее 58,8 Дж/см<sup>2</sup> и 215,8 Дж соответственно, следовательно, арматурный прокат класса Ан600С марки 20Г2СФБА отвечает самым высоким требованиям, предъявляемым к арматурному прокату повышенной хладостойкости в России. Для сравнения, применявшийся прокат класса Ас-II имел характеристики 49 Дж/см<sup>2</sup> и 176,5 Дж соответственно. Стойкость арматурного проката в состоянии поставки на статическое растяжение с переохлаждением до  $-69^\circ\text{C}$  показала, что разрушение происходит пластично, при этом с понижением температуры наблюдается увеличение:

- предела текучести до 12,9%;
- временного сопротивления до 10,4%.

Остается практически неизменным относительное удлинение на базе пяти диаметров стержня арматурного проката  $\delta_5$ , а для отдельных диаметров наблюдается снижение относительного удлинения  $\delta_p$  на 46,8%.

В результате анализа испытаний сварных соединений в условиях отрицательной температуры можно сделать вывод, что арматуру класса Ан600С марки 20Г2СФБА с химическим составом, характеризуемым величиной углеродного эквивалента  $C_e$ , составляющего  $C_e \geq 0,43\%$ , при сумме легирующих элементов  $V+M_o+T_i \geq 0,05$  рекомендуется применять:

- без сварки в качестве расчетной и конструктивной арматуры при любой расчетной температуре (до  $-70^\circ\text{C}$ ) без ограничения по характеру действия нагрузки (статическая, динамическая, многократно повторяющаяся);
- со сварными соединениями в составе арматурных каркасов, сеток, закладных деталей и отдельных стерж-

ней при расчетной температуре до  $-55^\circ\text{C}$  без ограничения по характеру действия нагрузок.

Испытания на выносливость арматурного проката заключались в определении количества циклов при заданном размахе напряжений, который способна выдерживать арматура без разрушения:

- при многоцикловом нагружении;
- при малоцикловом нагружении.

Так, при многоцикловом нагружении, характеризующем стойкость арматурного проката к динамическим, циклическим и переменным нагрузкам, были получены следующие результаты:

- количество пройденных циклов превысило 2 млн;
- размах напряжений составил  $\Delta\sigma_{\max}$  150–200 МПа;
- максимальное напряжение без разрушения  $\sigma_{\max} = 360$  МПа.

Таким образом, арматурный прокат класса Ан600С из стали марки 20Г2СФБА можно использовать в конструкциях, подверженных циклическим и динамическим нагрузкам при коэффициенте асимметрии цикла  $\rho$  не ниже 0,58.

Для оценки возможности применения арматурной стали Ан600С без предварительного напряжения арматуры в сейсмически активных районах проведены испытания при малоцикловом нагружении при максимальном растягивающем напряжении примерно 600 МПа и максимальном сжимающем напряжении примерно минус 300 МПа. Таким образом, коэффициент асимметрии цикла  $\rho = -0,5$ . Испытания проводились в соответствии с концепцией симуляции землетрясения среднего уровня с методикой испытаний по аналогии с рекомендациями ISO 15835-2:2009 «Steels for the reinforcement of concrete. Reinforcement couplers for mechanical splices of bars. Part 2: Test methods». В результате испытания все образцы выдержали 20 циклов нагружения. Максимальное число циклов, полученное в результате опытов, составило 2120. Полученные результаты дают возможность рекомендовать арматурный прокат Ан600С из стали марки 20Г2СФБА для применения в сейсмически активных районах.

В настоящее время основным требованием к коррозионной стойкости арматурного проката, приведенным в своде правил «Защита строительных конструкций от коррозии», является стойкость арматурного проката против коррозионного растрескивания. Требования по стойкости против коррозионного растрескивания предъявляются к прокату, применяемому в конструкциях как с предварительным напряжением, так и без предварительного напряжения арматуры. Стойкость против коррозионного растрескивания оценивается временем до разрушения проката в агрессивной среде. Так, в конструкциях без предварительного напряжения арматуры минимальное время до разрушения составляет 40 ч, а в конструкциях с предварительным напряжением арматуры – 100 ч. В результате испытания получены следующие результаты:

- для арматуры диаметром 12–14 мм время испытания составило 200 ч (разрушения отсутствовали);
- для арматуры диаметром 20 мм время испытания составило 100 ч (разрушения отсутствовали).

Проведенные испытания позволяют сделать вывод о высокой стойкости против коррозионного растрескивания арматуры. В результате проведенных исследований по коррозионной стойкости арматуры можно рекомендовать использование арматурного проката Ан600С в конструкциях, эксплуатирующихся в неагрессивной среде без предварительного напряжения арматуры с шириной продолжительного раскрытия трещин не более 0,4 мм.

Так как арматурный прокат Ан600С может применяться как с предварительным напряжением арматуры,

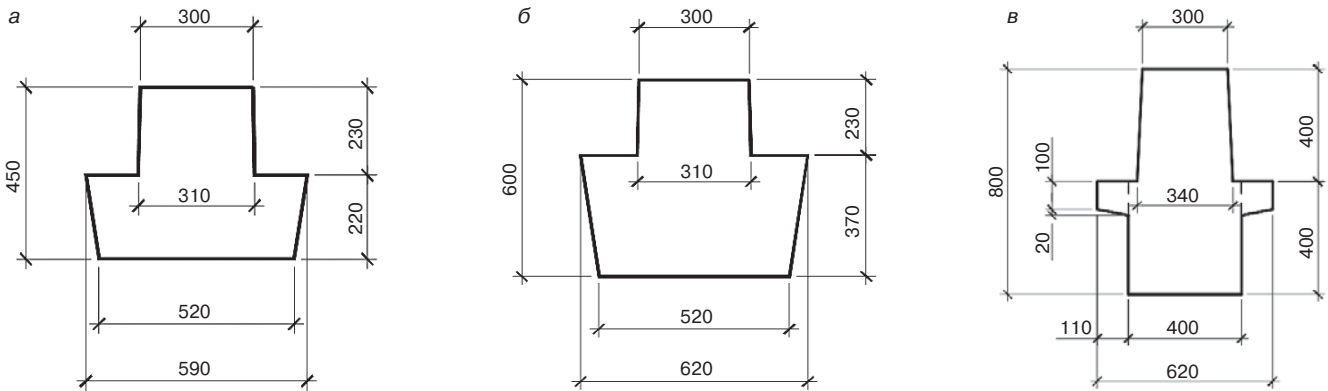


Рис. 1. Ригель высотой 450 мм (а); 600 мм (б); 800 мм (в)

так и без него и с учетом повышенных характеристик коррозионной стойкости в АО «ЦНИИПромзданий» произведен поиск рациональной области использования данного арматурного проката преимущественно в конструкциях без предварительного напряжения арматуры.

Для оценки рациональной области использования выбраны здания с рамными каркасами серии 1.020-4 и 1.420-35.95 с нагрузками на ригели перекрытия (без учета собственного веса ригеля) 10 и 20 кПа и связевые каркасы. Основными несущими конструкциями рамных каркасов являются колонны прямоугольного сечения 400×400 и 400×600 мм; ригели высотой 450 мм при нагрузке до 10 кПа (рис. 1, а), 600 мм при нагрузке 20 кПа (рис. 2, б), 800 мм по серии 1.420-35.95 (рис. 3, в); многопустотные и ребристые плиты перекрытия.

Были рассмотрены рамы с пролетами ригелей 6 и 9 м, высоты этажей принимались равными 4,8 и 6 м. При пролетах ригелей 9 м использовались рамы с тремя пролетами ригелей. Шаг рам принимался равным 6 м для всех случаев. При расчетах учитывалась несоосность крайних колонн из-за разных высот сечений и из-за необходимости иметь наружную грань колонны без уступов.

Необходимо отметить, что в отличие от монолитных каркасов отличительной особенностью сборных колонн является расположение стыков колонн выше стыка ригеля с колонной. Так, для колонн серии 1.020-4 стык располагается на высоте 60 см, а для серии 1.420-35.95 – на высоте 80 см, поэтому при определении длин колонн учитывалось расположение стыков колонн (рис. 2), а также заделка нижней колонны в стакан фундамента высотой 60 см.

В результате расчета каркасов были получены расходы арматуры на одну поперечную раму. Снижение расхода арматурного проката класса А600С по сравнению с расходом проката класса А500С составляет 13,3% с отдельными выбросами 20%.

Для анализа связевых каркасов выбрана серия 1.020-1/83 (87) с делением колонн по высоте как у рамных каркасов. В результате расчета выявлено, что экономия арматурного проката А600С по сравнению с прокатом А500С составляет 9%.

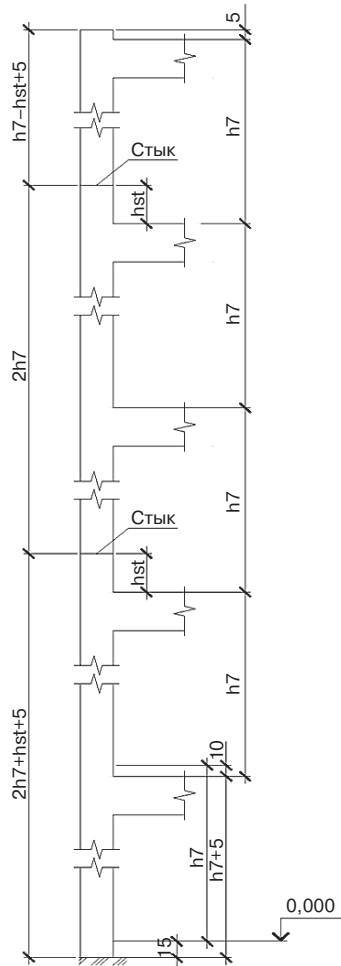


Рис. 2. Схема расположения стыков колонн и заделки нижней колонны

Условие рационального использования арматурного проката в изгибаемых конструкциях заключается в минимизации расхода арматуры при выполнении требований первой и второй групп предельных состояний. Так, для многопустотных плит перекрытия, выполняемых без предварительного напряжения арматуры, было выявлено, что сокращение расхода арматурного проката А600С по сравнению с А500С составило 21,7% при бетоне класса В30 и достигается при следующих условиях:

- длина плит не более 5650 мм;
- полезная нагрузка на плиту не более 6 кПа.

Экономия арматурного проката при расчете по второй группе предельных состояний достигается в основном за счет учета формы расчетного поперечного сечения в виде двутавра. Для ригелей сборных каркасов расчетная форма сечения тавр с полкой в нижней зоне, таким образом, для сборных ригелей использование арматурного проката класса А600С будет рациональным в случае предварительного напряжения арматуры, при этом экономия будет прямо пропорциональна расчетному сопротивлению проката А600С и обратно пропорциональна расчетному сопротивлению сравниваемого проката. Так как арматурный прокат класса А400 в предварительно напряженных конструкциях не применяется, при сравнении с арматурой класса А600 экономия может составить 7,6%.

### Выводы.

Арматурный прокат А600С, выпускаемый Череповецким металлургическим комбинатом «Северсталь», обладает стабильным химическим составом, гарантированными прочностными характеристиками как в условиях нормальной эксплуатации, так и в условиях пониженной отрицательной температуры и электронагрева.

Хорошие показатели свариваемости и пластичности при изгибе характеризуют высокие технологические свойства арматурного проката: данный арматурный прокат допускается сваривать любыми способами сварки, за исключением способов сварки, выполняемых в инвентарных формах, а возможность изгиба вокруг оправки диаметром 3d на 180° позволяет делать отгибы меньшего размера, тем самым сокращая поперечные

размеры конструкций. Стойкость к циклическим нагрузкам дает возможность применения арматуры как для сейсмостойкого строительства, так и для конструкций, испытывающих динамические и циклические нагрузки. Высокие показатели прочности и коррозионной стойкости позволяют расширить область рационального применения данного арматурного проката по сравнению с прокатом классов А500С и А400. Так, экономия в рамных каркасах по серии 1.020-4 и 1.420-35.95 достигает 13,3% с отдельными выбросами до 20% по сравнению с арматурой А500С, а в связевых каркасах по серии 1.020-1/83(87) – 9% по сравнению с арматурой А500С. Для многпустотных плит перекрытия снижение расхода арматуры, применяемой в каркасах указанных серий, при сравнении с арматурой А500С может достигать 21%, а при сравнении с широко применяемым арматурным прокатом класса А600 экономия может составить 7%.

#### Список литературы

1. Мадатян С.А. Свойства арматуры железобетонных конструкций в России на уровне лучших мировых стандартов // *Бетон и железобетон*. 2013. № 5. С. 2–5.
2. Мадатян С.А. Основы применения в железобетоне высокопрочной стальной арматуры // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 1. С. 17–20.
3. Мадатян С.А., Климов Д.Е. Новая универсальная свариваемая арматурная сталь класса Аn600С // *Черная металлургия*. 2012. № 3. С. 50–59.
4. Гранев В.В., Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Соседов К.Е. Применение арматуры класса Аn600С в несущих железобетонных конструкциях. Бетон и железобетон – взгляд в будущее: Научные труды

III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону. Москва. 2014. Т. 3. С. 25–31.

5. Соседов К.Е. Арматура класса Аn600С из стали марки 20Г2СФБА и условия ее работы в железобетонных конструкциях. Инновации в строительстве – 2017: Материалы международной научно-практической конференции. Брянск. 2017. Т. 1. С. 297–302.

#### References

1. Madatjan S.A. The properties of armatures of ferroconcrete constructions in Russia at the level of the best international building standards. *Beton i zhelezobeton*. 2013. No. 5, pp. 2–5. (In Russian).
2. Madatjan S.A. Basis for the use of high-strength steel reinforcement in reinforced concrete. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 1, pp. 17–20. (In Russian).
3. Madatjan S.A., Klimov D.E. The new universal welded reinforcing steel of the class An600s. *Chernaja metallurgija*. 2012. No. 3, pp. 50–59. (In Russian).
4. Granev V.V., Kodysh E.N., Trekin N.N., Sosodov K.E. Using of reinforcement An600C (Brand 20G2SFBA) in reinforced concrete load bearing structures. Concrete and reinforced concret – Glance at future: scientific works of III All Russian (II International) Conference on Concrete and reinforced Concrete. Moscow. 2014. Vol. 3, pp. 25–31 (In Russian).
5. Sosodov K.E. Reinforcement bars of An600s from steel of brand 20G2SFBA and a condition of using in reinforced concrete designs. Innovations in construction – 2017: materials of the International Scientific Conference. Brjansk. 2017. Vol. 1, pp. 297–302. (In Russian).



**20–21  
сентября  
2018 г.**

**Республика Беларусь  
г. Минск**

**Оргкомитет:  
140050, Московская обл.,  
п. Красково,  
ул. К. Маркса, д. 117,  
РГА**

**Телефон:  
+7 8-916-501-36-56**

**E-mail: rga-service@mail.ru  
www.rosgips.ru**

**Российская гипсовая ассоциация  
Московский государственный строительный университет  
Научно-исследовательский институт строительной физики**

**Девятая Международная конференция  
«Повышение эффективности производства  
и применения гипсовых материалов и изделий»**

---

**Тематика конференции:**

- технический прогресс в области гипсовых материалов и изделий (исследования, производство и применение)
- ангидридовые вяжущие
- гипсовые материалы в малоэтажном строительстве
- привлекательность и механизмы инноваций в гипсовой отрасли
- современное оборудование для производства гипсовых вяжущих, материалов и изделий на их основе
- лаборатории, менеджмент качества, экологический менеджмент и их роль в обеспечении качества и долговечности гипсовых материалов
- нормативно-техническая документация в соответствии с современными требованиями
- обучение и переподготовка специалистов в области производства и применения гипсовых материалов и изделий

---

**Генеральный информационный спонсор: журнал** 



# ДСК — полвека в жизни Воронежа



В 2018 г. один из крупнейших застройщиков в Черноземье отмечает юбилей. За 50 лет ДСК полностью изменил архитектурный облик Воронежа, навсегда вписав свое имя в историю родного города. Современные индустриальные дома – это качественное и доступное жилье. Новые технологии позволили сократить сроки строительства и ввода в эксплуатацию жилых объектов. В современных условиях ДСК возводит жилые комплексы с благоустроенной застройкой территории и необходимой социально-бытовой инфраструктурой.

## История создания

Воронежский домостроительный комбинат был создан в апреле 1968 г., в соответствии с Приказом Министерства строительства СССР № 37 от 19 февраля 1968 г. и Приказом Воронежского управления строительством №84 от 30 марта 1968 года с целью увеличения объемов строительства жилья за счет развития в регионе крупнопанельного домостроения. Предприятие было создано на базе домостроительного цеха мощностью 35 тыс. м<sup>2</sup> в год. В состав ДСК вошли два строительных участка, колерная мастерская и отдел главного механика. Штат сотрудников составлял 860 человек.

Индустриальное домостроение стало революционной технологией и позволило решить квартирный вопрос в национальном масштабе. Задачи и темпы были колоссальные. Размах строительства поража воображение, особенно если учесть сжатые сроки и тяжелые условия работы. Лозунг того времени: «План – это закон. Выполнение – долг. Перевыполнение – честь» комбинат воспринимал как девиз. ДСК мыслит и строит не домами, а кварталами и микрорайонами. На карте города на месте пустырей появлялись все новые благоустроенные жи-

лые массивы. Тысячи людей получили возможность переехать из послевоенных барачных и коммунальных в комфортные отдельные квартиры.

## Застройщик № 1 по вводу жилья

За прошедшие полвека ДСК построил треть города Воронежа – порядка 9 млн м<sup>2</sup>, где проживают более 170 тыс. семей. ДСК занимает тринадцатую позицию во всероссийском рейтинге по объему введенного в эксплуатацию жилья по итогам прошедшего года и является лидером по объему текущего строительства в регионе (по данным за февраль 2018 г. Единого реестра застройщиков).

В настоящее время АО «Домостроительный комбинат» – один из лидеров строительного рынка Центрального федерального округа РФ, крупный региональный строительный комплекс со штатом порядка 5 тыс. человек.

В строительный комплекс ДСК входят заводы: крупнопанельного домостроения, деревообрабатывающий, асфальтобетонный, газосиликатных блоков; цеха по производству элементов для каркасного домостроения, металлоформ и строительной оснастки, керамзитово-







го гравия и др.; строительно-монтажные и отделочные подразделения, а также ряд специализированных управлений: электромонтажное, сантехническое, инженерных коммуникаций, механизации, окраски фасадов, благоустройства и дорожного строительства и др.

АО «ДСК» осуществляет функции заказчика-застройщика, генерального подрядчика, девелопера, выполняет полный цикл строительных работ от получения исходно-разрешительной документации до сдачи под ключ. Основной профиль деятельности Домостроительного комбината – комплексное освоение территорий в целях жилищного строительства, создание удобной, качественной, благоустроенной и комфортной городской среды. Комбинат ведет работу в трех основных направлениях: освоение новых площадок; развитие застроенных территорий, включая ликвидацию ветхого и аварийного жилфонда и вовлечения в оборот земель бывших промышленных зон.

В настоящее время ДСК реализует проекты комплексной застройки в рамках всех обозначенных направлений во всех районах Воронежа, а также в ближайшем пригороде

### **Социальное строительство**

Несмотря на основную специализацию – жилищное строительство, ДСК активно участвует в развитии социальной инфраструктуры Воронежа и региона.

Только за последнее десятилетие ДСК построил 9 детских дошкольных учреждений общей вместимостью порядка 1700 мест, 2 общеобразовательные школы, 6 спортивных комплексов, зеленый театр со зрительным залом на 1600 посадочных мест в Центральном парке культуры и отдыха, ТРК «Рынок Воронежский», ТЦ «Южный полюс».

Знаковым проектом для ДСК стало строительство Воронежского областного перинатального центра (2011 г.), который признан одним из лучших в России, где в 2012 г. родилась миллионный житель Воронежа.

ДСК успешно провел масштабную реконструкцию водоподъемной станции ВПС-4, что позволило повысить закачку воды до 100 тыс. м<sup>3</sup> в сутки и обеспечить бесперебойное водоснабжение города-миллионника, который до этого получал воду по графику. В настоящее время ДСК ведет строительство двух общеобразовательных школ на 1 224 места каждая и поликлиники на 550 посещений в смену

### **СовТехДом – промышленное сердце ДСК**

В 2013 г. домостроительный комбинат успешно завершил комплексную модернизацию одного из основных производств – завода КПД, начав новую эпоху в индустриальном домостроении Черноземья.

Партнерами, поставщиками оборудования выступили: немецкая компания WECKENMANN, австрийская фирма EVG Entwicklungs- und Verwertungs-Gesellschaft m.b.H., фирма TEKA. Объем инвестиций в новое производство составил порядка 1,5 млрд р. На предприятии установлена современная немецкая линия по производству железобетонных изделий, которая включает линию циркуляции паллет (пролет № 4), линию кассетных установок (пролет № 3), две линии адресной подачи бетона, бетоносмесительный узел, арматурный цех. Первый запуск производства фактически на новом заводе ООО «СовТехДом» прошел в мае 2013 г. в два этапа. Сначала была введена в эксплуатацию третья очередь бетоносмесительного цеха для выпуска товарного бетона с мощностью до 700 тыс. м<sup>3</sup>. Затем в эксплуатацию ввели вторую секцию для технологического бетона совместно со второй линией адресной подачи бетона. В 2014 г. завод вышел на проектную мощность – 126 тыс. м<sup>3</sup> железобетона в год (180 тыс. м<sup>2</sup> жилья в год).





### Новая серия жилых домов 17-ЖС

Параллельно с модернизацией производства шли работы по проектированию новой серии жилых домов из крупнопанельных изделий – 17-ЖС.

Внедрение новых технологий открыло широкие возможности для разнообразных планировочных решений, позволило увеличить этажность панельных домов с 10 до 17 и 25 этажей, а также уменьшить затраты на финишную отделку лицевой поверхности фасадов.

Дома новой серии соответствуют современным требованиям, в том числе отвечают требованиям Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» по энергоэффективности. Значительно улучшены качественные характеристики панелей по теплопроводности, звукоизоляции, пожарной безопасности, экологичности. Жилые здания новой серии 17-ЖС и 25-ЖС по своим характеристикам не уступают монолитным домам. Преимуществом домов являются увеличенные оконные проемы, увеличенная ширина коридоров и внутриквартирных дверей, двери для выхода на лоджию из кухни со сплошным остеклением. Наличие современных грузового и пассажирского лифта, гибкость планировочных решений (широкий выбор планировок квартир).

Новые панельные дома адаптированы для маломобильных групп населения. В квартирах широкие коридоры, увеличены дверные проемы, отсутствуют пороги, разделяющие комнату и лоджию, – все это сделано специально для людей с ограниченными физическими возможностями, чтобы они чувствовали себя комфортно и могли беспрепятственно передвигаться по квартире. Принятая конструктивная схема позволяет использовать в качестве наружных стен кирпич, газосиликат, мокрый фасад, вентилируемый фасад, а также несколько вариантов исполнения наружных стен: фасадную плитку, вскрытие фактуры. Это существенно расширяет возможности для проектов архитектурного и цветового решения фасадов, что позволяет оформлять кварталы города в индивидуальном стиле и создавать еще более оригинальный, современный и привлекательный архитектурный облик Воронежа.

Новые технологии позволили сократить сроки строительства и ввода в эксплуатацию жилых объектов. Сроки монтажа железобетонных конструкций сокращены приблизительно на 10%, энергоемкость производства снижена на 30%, производительность труда увеличилась в 1,8 раза. Инвестиционный проект по модернизации производства индустриального домостроения ООО «СовТехДом», реализуется в рамках региональной программы «Стимулирование развития жилищного строительства в Воронежской области в 2011–2015 годах». Проект «Строительство завода по производству бетона и железобетонных изделий для крупнопанельного домостроения с применением энергоэффективных технологий фирмы «WECKENMANN» в микрорайоне Придонской городского округа г. Воронеж» был включен в программу социально-экономического развития Воронежской области с присвоением статуса «особо значимый инвестиционный проект». Выбор ДСК в пользу индустриального домостроения и его активное развитие на территории Воронежской области помогли региону сохранить строительный комплекс, объемы ввода жилья и лидирующие позиции среди субъектов РФ.





## X Международная конференция / X International Conference

## НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## NANO-TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION

## NTC-2018

13–17 апреля 2018 г.  
13–17 April, 2018Прибытие и регистрация участников / Arrival & Registration 13.04.2018  
Дни проведения конференции / Scientific activities 14–16.04.2018  
Отъезд / Departure 17.04.2018Хургада, Египет  
Hurgada, Egypt  
Отель / Hotel

Sunny Days El Palacio Resort &amp; Spa

## Организаторы конференции / Organizers

Национальный исследовательский центр жилья и строительства (HBRC)  
Housing & Building National Research Center (HBRC)Египетско-российский университет  
Egyptian Russian University (ERU)Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова  
Kalashnikov Izhevsk State Technical University (ISTU)

## При поддержке / Co-organizers

Министерство жилищно-коммунального хозяйства и городского сообщества  
Ministry of Housing, Utilities and Urban Communities

## Тематика конференции / Conference Themes

- Синтез применение наночастиц
- Наноразмерная характеристика материалов.
- Наноструктурированные или нанопористые материалы и нанокompозиты
- Наноматериалы для медицины
- Применение нанотехнологий в красках, покрытиях, слоях и мембранах.
- Наноматериалы в архитектуре для энергоэффективности, внутреннего экологического качества и устойчивости.
- Эффективность нанотехнологий в огнезащите.
- Другие.
- Nanoparticles synthesis and applications.
- Nanoscale materials characterization.
- Nanostructured or nanoporous materials and nanocomposites
- Nanomaterials for structural health monitoring and sensing.
- Application of nanotechnology in paints, coatings, layers and membranes.
- Nanomaterials in architecture for energy efficiency, indoor environmental quality and sustainability.
- Nano-technology's effect of fire performance.
- Others.

Параллельно с конференцией в помещении отеля будет проходить выставка.  
Экспоненты предоставляются следующие категории спонсорского участия:  
**Exhibition: An exhibition will be held at the Hotel premises.**  
Exhibitors are welcomed for sponsoring with the following categories & fees:

| Bronze  | Silver  | Gold    |
|---------|---------|---------|
| 1000 \$ | 1500 \$ | 2000 \$ |

## Условия участия / Conference fees

Для участников, не являющихся египтянами, регистрационный взнос за участие в конференции (исключая проживание, транспорт и общественные мероприятия), составляет 200 долл. США/чел. и 100 долл. США/чел для студентов.

Регистрационный взнос за полный пакет участника (с проживанием, трансфером и общественными мероприятиями) составляет 500 долл. США/чел и 300 долл. США/чел для студентов.

Оплата производится: Банковским переводом в QNB Qatar National Bank Al Ahli, Swift Code QNB AEGCXXX, № счета 00037 00152 20315560107-56, Египетское-Российский университет.

For Non Egyptian participants, the conference registration fees excluding accommodation, transportation and social activities is 200 USD/Person and 100 USD/Person for Non Egyptian students.

A package for accommodation, internal transportation and social activities is available for Non Egyptian participants for 500 USD/Person and 300 USD/Person for Non Egyptian students.

Payment of fees must be: by Bank transfer to QNB Qatar National Bank Al Ahli, swift code QNB AEGCXXX, Account No. 00037 00152 20315560107-56, Egyptian-Russian University.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ®Информационная поддержка – журналы / Information support journals  
«Строительные материалы»® «Construction Materials» (Russia)  
HBRC Journal (Egypt)Housing & Building National Research Center Journal  
HBRC JournalКонтактная информация в России /  
Contact information in Russia

Профессор Григорий Иванович Яковлев  
ИжГТУ им. М.Т. Калашникова  
E-mail: gyakov@istu.ru Тел.: 89128566688  
Факс: +7(3412)592555  
Prof. G.I. Yakovlev  
Studencheskaya Str., 7, Izhevsk, 426069, Russia  
Mob. +79128566688, E-mail: gyakov@istu.ru

Контактная информация в Египте  
(только на английском языке)

/ Contact information in Egypt (English only)  
Prof. Magdy Helal, Prof. Sayed Shebl  
Housing & Building National Research Center  
El-Tahrir Street, Dokki, Giza-Egypt  
Tel: +20233356853, 37617107  
Mr. Haysam Wahed  
Mob: +201226293390  
info@ntchbrc.com ntc\_nano@yahoo.com

Более подробную информацию можно найти на сайте конференции / More information can be found on the website [www.ntchbrc.com](http://www.ntchbrc.com)

# Высокочастотный вибратор бетонной смеси от WECKENMANN

Австрийская фирма Mischek Systembau GmbH («дочка» концерна Strabag AG) входит в число ведущих австрийских производителей железобетонных изделий. На заводе фирмы площадью 30 тыс. м<sup>2</sup> выпускаются высококачественные железобетонные элементы, которые уплотняются при помощи MagVib – инновационного высокочастотного вибратора компании Weckenmann (Германия).

Годовая выработка завода Mischek Systembau GmbH в Герасдорфе под Веной достигает 30 тыс. единиц ЖБИ. Каждый год порядка 95 тыс. т бетонной смеси перерабатывается на современных производственных линиях в популярную продукцию Mischek – сплошные стеновые панели, плиты перекрытия, двойные стеновые панели и другие конструктивные железобетонные элементы. ЖБИ фирмы Mischek пользуются высоким спросом среди архитекторов и проектировщиков. Специалисты фирмы Mischek используют оборудование только известных машиностроительных предприятий, поэтому когда возникла необходимость в новой станции виброуплотнения для линии оборотных поддонов, были тщательно изучены предложения и сделан выбор в пользу системы MagVib компании Weckenmann.

## Первоклассное уплотнение – залог безупречного качества

Максимально сбалансированное уплотнение бетонной смеси имеет решающее значение для качества готовых ЖБИ. Основная задача процесса уплотнения заключается в вытеснении воздушных включений и излишков влаги из смеси при помощи подводимой вибрационной энергии. Нежелательные пустоты, которые образуются из оставшихся на по-

верхности или внутри бетона воздушных пузырьков, называются раковинами. При этом во время виброуплотнения в равной степени опасно как недостаточно уплотнить, так и переборщить с интенсивностью. Слишком короткий процесс приведет к неполному заполнению пустот, избыточная продолжительность виброуплотнения, наоборот, может вызвать нежелательное расслоение смеси. Очевидно, что качество изделия во многом будет зависеть от выбора подходящей технологии виброуплотнения.

## Высокая частота – высокая эффективность: система виброуплотнения MagVib

Станция виброуплотнения MagVib компании Weckenmann, на которую пал выбор руководства Mischek Systembau GmbH, установлена на линии оборотных поддонов на заводе ЖБИ в Герасдорфе. По мнению ответственного инженера Мартина Нагля из фирмы Mischek, было принято решение приобрести систему MagVib, потому что столкнулись с тем, что традиционная методика с вибрационной рамой недостаточно эффективна и, кроме всего прочего, создает повышенную шумовую нагрузку. Система высокочастотного уплотнения MagVib многие годы успешно эксплуатируется на предприятиях клиентов Weckenmann. Она подходит для уплотнения как пла-



Высокочастотные вибраторы с магнитами на станции виброуплотнения MagVib



MagVib – высокочастотный вибрационный блок (синего цвета), на заднем плане – старая вибрационная рама

стичных, так и жестких бетонных смесей и состоит из вибропластин, которые монтируются с нижней стороны опалубочных поддонов. На станции виброуплотнения установленные навесные вибраторы стыкуются с вибропластинами посредством мощных электромагнитов. Высокочастотные вибраторы создают направленные вертикальные колебания опалубки.

Директор по сбыту компании Weckenmann Дитмар Кине отмечает, что система MagVib позволяет добиться на линии оборотных поддонов таких же отличных результатов виброуплотнения, как и на поворотных столах, оснащенных стационарными вибраторами. Оптимальное расположение вибраторов на опалубочном поддоне, кроме того, существенно сокращает износ опалубки, что благоприятно сказывается на общей рентабельности линии. Это также касается тех случаев, когда на поддоне находятся различные железобетонные элементы.

Дооснащение системой MagVib возможно в любое время. Благодаря новой станции MagVib линия на заводе Mischek потребляет намного меньше энергии при уплотнении бетонной смеси, поскольку нет необходимости перемещать тяжелые вибрационные блоки. Кроме того, система виброуплотнения MagVib оказывает благоприятное влияние на усло-

вия труда на заводе в Герасдорфе: сравнительные измерения шумовой нагрузки показали, что уровень шума MagVib более, чем на 10 дБ ниже аналогичного показателя традиционного высокочастотного вибратора.

Ввиду неоспоримых преимуществ надежной системы MagVib специалисты компании Weckenmann всегда рекомендуют клиентам рассмотреть возможность дооснащения при планировании мер по модернизации существующих линий оборотных поддонов. Эту процедуру можно выполнить в любое время без каких-либо сложностей.



Weckenmann Anlagentechnik GmbH+Co.KG  
Birkenstraße 1  
72358 Dormettingen, Germany  
T +49 7427 94930  
F +49 7427 949329  
info@weckenmann.de  
www.weckenmann.com

Реклама

# FORMWORK AT ITS BEST

Ориентированная в будущее технология, многолетние традиции, постоянное совершенствование.  
**Разработка и изготовление опалубки в соответствии с Вашими потребностями**

CONSTRUCTING THE FUTURE  
Weckenmann Anlagentechnik GmbH & Co. KG | Germany | Telephone +49 7427 9493 0 | www.weckenmann.com





# EVG усовершенствует свои сеткосварочные установки

В своих новейших установках EVG устанавливает ориентиры в производстве сварной сетки. Вместо того, чтобы продолжать делать ставку на разработку отдельных машин, имеющиеся технологии и концепции машин объединяются в умные комплексные решения. Благодаря этому различные производственные шаги интегрируются в отдельно взятой установке, увеличиваются производственные возможности и, как следствие, повышается производительность. Новейшей разработкой EVG является установка HFBE.

До настоящего времени производство сварной сетки различных диаметров проволоки было делом трудоемким. Для достижения желаемого результата были необходимы продолжительная переналадка, а также интенсивные фазы настройки. Данный процесс требовал значительных затрат времени и обуславливал высокие расходы, а также меньшую производительность.

## Сеткосварочная установка HFBE

Совместно с несколькими многолетними деловыми партнерами EVG спроектировала установку HFBE – гибкую, высокопроизводительную сеткосварочную машину, в которой

эти слабые места устранены. Интегрированные в ней решения делают установку более гибкой в отношении производственных возможностей. Первая машина такого типа была поставлена в Санкт-Петербург в конце августа 2012 года и запущена в эксплуатацию в декабре 2012 года.

Уже при передаче данных был использован потенциал для повышения эффективности: ввод данных САПР происходит автоматически при помощи программного обеспечения Allplan/Allbau фирмы Nemetschek.

## Время переналадки на различные диаметры проволоки исключается

Собственно сеткосварочная установка HFBE состоит из перемещающегося в сторону сварочного портала, в котором установлены индивидуально управляемые сварочные узлы с растром в 100 мм. Кроме этого, HFBE сочетает в себе 2 правильных установки типа RA-XE и способна обрабатывать продольную и поперечную проволоку отдельно, независимо друг от друга. Автоматическая смена диаметра проволоки обеспечивает гибкую смену диаметров в диапазоне 5 – 12 мм, без потерь времени на переналадку.



## Конструкция установки

Правильно-отрезная машина типа RA-XE для производства продольной проволоки и правильно-отрезная машина типа RA-XE для производства поперечных прутков.

Сварочная машина, состоящая из перемещающегося в сторону сварочного портала, оснащенного сварочными блоками с индивидуальной настройкой с растром 100 мм.

Автоматические станции гибки продольной и поперечной проволоки.

Кран карт сетки для комплектации карт сетки под различные задачи.



## Инфобокс

Основанная в 1949 г. фирма EVG со штаб-квартирой в г. Raaba, Австрия, является ведущим машиностроительным предприятием, успешно работающим по всему миру в области производства сварочных машин для изготовления арматурной сетки и сетки промышленного назначения, а также машин для обработки арматурной стали и станов холодной прокатки.

**EVG Entwicklungs- u.  
Verwertungs-Gesellschaft m.b.H**  
Gustinus-Ambrosi-Str. 1-3  
8074 Raaba, Austria  
тел: +43 316 4005-0  
емейл: [evg@evg.com](mailto:evg@evg.com)

Дальнейшую информацию Вы можете найти на [www.evg.com](http://www.evg.com)



### Автоматическая станция гибки продольной и поперечной проволоки

Автоматическая станция гибки продольной и поперечной проволоки позволяет производить изогнутые и плоские карты сетки производительностью 400 м<sup>2</sup> в час.

Обработка происходит синхронно и делает промежуточное складирование устаревшим. Плоская карта сетки для каркаса изготавливается только после того, как на рабочей станции была завершена обработка изогнутой карты сетки. Комплектация каркасов происходит на вертикальных или горизонтальных рабочих станциях.

### Продуманная транспортировка и логистика

Кран карт сетки выполняет комплектацию карт сетки под различные задачи.

### Преимущества новых сочетаний установок:

- Короткое время переналадки при смене программы без ручного вмешательства
- Очень высокая производительность, независимо от величины партии
- Сокращение склада карт сетки (производство точно по графику)
- Высокая скорость производства
- Переработка продольной и поперечной проволоки непосредственно с бухты
- Узлы точечной сварки активируются/деактивируются индивидуально
- Подача поперечной проволоки сверху или снизу продольной проволоки по желанию. Кантование карт сетки не требуется.

Посетите нас на выставке WIRE 2018 в Дюссельдорфе с 16 по 20 апреля, в павильоне 13 на стенде С71





# Бетоносмесительный узел ТЕКА для завода по производству станин из ультравысокопрочного бетона в Китае

В современных условиях ультравысокопрочный бетон (UHPC) занял прочные позиции в машиностроении. Помимо низкой себестоимости бетон прекрасно поглощает колебания и термическую нагрузку станков, благодаря чему постепенно вытесняет традиционные материалы – чугунное литье и стальные сварные конструкции. Недавно китайский производитель Kle-Rause внедрил эту технологию будущего на китайском рынке, для чего построен новый завод.

Обычно станины машин или станков изготавливаются из чугунного литья или стальных сварных конструкций. Примерно 25 лет назад на рынке появилось минеральное литье на вяжущем из эпоксидной смолы. По оценкам специалистов, доля на рынке минерального литья в настоящее время составляет приблизительно 15%. В последние годы этот список пополнился ультравысокопрочным бетоном. Качество бетона на цементном вяжущем, например Nanodur®, достигло такого высокого уровня, что такой бетон способен успешно заменить полимербетон на синтетической смоле. В Европе уже несколько заводов успешно выпускают компоненты машин или станков из бетона на цементе, чаще всего используются бетоны Nanodur®.

## Выбор технологии будущего

После тщательного анализа рыночных потребностей компания Kle-Rause из китайского района Яньчжоу (городской округ Цзинин, провинция Шаньдун, КНР) решила сделать ставку на эту технологию будущего и построить собственный завод по производству опорных элементов из ультравысокопрочного бетона. Не в последнюю очередь этому способствовал тот факт, что китайские законы в области охраны окружающей среды в части производства чугунного литья постоянно ужесточаются. Вяжущее вещество для УНПС импортируется из Германии, инертные материалы и добавки поставляют местные фирмы. Важно отметить, что при производстве бетона Nanodur® не требуется добавления микрокремнезема, потому что смесь ультравысокопрочного бетона с микрокремнеземом отличается повышенной адгезией и вязкостью, что наряду с дополнительными сложностями в техническом плане, потребовало бы охлаждения в связи с интенсивным вводом энергии. Кроме того, микрокремнезем – это побочный продукт промышленного производства, качество которого сильно варьируется. В случае с Nanodur®, Comround все тонкодисперсные компоненты легкодоступны и гомогенизированы. Проверка пригодности рецептуры бетонной смеси для китайских заполнителей была проведена в лаборатории в Германии, и ее результаты направлены китайскому предприятию.

## Выбор надежного партнера из Германии

Заказ по конкурсу на поставку, монтаж и ввод в эксплуатацию бетоносмесительной установки для ультравысокопрочного бетона получила фирма ТЕКА Maschinenbau GmbH из Германии. В первую очередь выбор был обусловлен подбором сердца установки, ее смесителем.

Учитывая сложность смесительного процесса, сложность вяжущего, требующего высокой степени гомогенизации, а также большим диапазоном между минимальным и максимальным замесом и высокую степень повторяемости продукции, был выбран современный турбинный смеситель ТЕКА типа ТНТ.

Запатентованные высокопроизводительные турбинные смесители ТНТ фирмы ТЕКА, впервые представленные на выставке Bauma в апреле 2013 г., успешно зарекомендовали себя на многих бетонных заводах, принадлежащих известным производителям изделий из бетона, главным образом для производства облицовочного, огнеупорного бетона, фибро- и полимербетона, а также самоуплотняющегося и особо высокопрочного бетона.

Следует заметить, что смесители серии ТНТ прошли испытания эффективности в Институте технологии строительства и инженерии окружающей среды (Institut für Bauverfahrens- und Umwelttechnik (IBU)) в Триере в соответствии с заключительным отчетом Международного союза лабораторий и специалистов в области испытаний строительных материалов, систем и конструкций RILEM Final Report TC 150-ECM, и были отнесены к классу высокоэффективных смесителей с наивысшим значением вариационного коэффициента. Особенностью данной серии смесителей является то, что минимальный объем замеса от максимального заполнения составляет всего 10%. При выборе объема бетоносмесителя исходили из технологии производства самого габаритного опорного элемента весом 20 т, для бетонирования которого требуется макс. 6 замесов, которые укладываются подряд друг за



Турбинный смеситель ТЕКА. Вид изнутри



Турбинный смеситель ТЕКА на производстве





ТЕКА БСУ. Вид на смесительную платформу

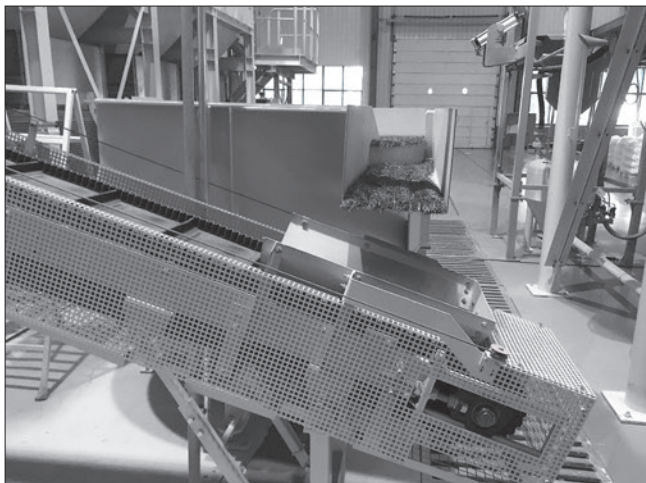
другом. В то же время способность смесителя делать и минимальные партии бетона позволила отказаться от применения второго смесителя с меньшим объемом. Был выбран турбинный смеситель ТНТ Туре J-2-VII с объемом производства готового бетона от 0,15 до 1,5 м<sup>3</sup> бетона.

Продолжительность приготовления одного замеса при данной рецептуре бетона колеблется от 7 до 10 мин в зависимости от температуры. Благодаря премиксу в случае с бетоном Nanodur цикловое время уходит лишь на то, чтобы добиться качественной гомогенизации и времени реагирования суперпластификатора, поэтому продолжительность перемешивания в первую очередь зависит от типа суперпластификатора.

В качестве концепции установки выбор пал на рядную планировку с линейно расположенными бункерами под инертные материалы. Всего предусмотрено 4 бункера с объемом 9 м<sup>3</sup> каждый, загрузка бункеров с помощью крановой бады. Так как установка должна была располагаться прямо в производственном корпусе, пришлось учитывать ряд конструкционных ограничений и требований. При расчете размеров и количества бункеров и силосов учитывались плановые циклы поставки и ассортимент материалов по заданной рецептуре.

В качестве взвешивавшего механизма для инертных материалов был выбран весовой конвейер статического взвешивания с предельной весовой мощностью 4 тыс. кг. Дозировка на конвейер инертных материалов обеспечена дозирующими затворами с регулируемым разгрузочным проемом для обеспечения точной дозировки.

Учитывая специфику производства и особенность вяжущего, применены весы вяжущих с двойной номинальной весовой мощностью, а именно 1600 кг (обычно около 800 кг). Дозировка вяжущего осуществляется с помощью специальных шнековых конвейеров с увеличенным диаметром, оптимально подходящими для Nanodur®. Компоновка БСУ предусматривает хранение вяжущего в двух компактных силосах



ТЕКА БСУ. Дозатор фибры



ТЕКА БСУ. Вид на бункеры и силосы

с объемом 47 м<sup>3</sup>, расположенных также непосредственно в производственном корпусе. Учитывая поставку Nanodur® в биг-бегах, было принято решение о включении в объем поставки комплектной станции для растаривания биг-бегов и дальнейшей пневмозагрузки вяжущего в необходимый силос. Производительность станции составила 6 т/ч.

Особенность применения ультравысокопрочного бетона (УНПС) в машиностроении потребовала необходимости введения в рецептуру фибры. Поэтому в составе БСУ занял свое место еще один дозирующий агрегат – барабанно-вибрационный дозатор фибры. Данное устройство позволяет не только дозировать по весу, но и взрыхлять фибру перед смешиванием. Производительность дозировки может быть настроена в диапазоне от 75 до 150 кг/мин в зависимости от типа фибры.

Также стоит отметить, что производство ультравысокопрочного бетона невозможно без использования высокоточных дозаторов всех компонентов, а особенно воды и химических добавок.

Для дозировки химических добавок, в частности суперпластификатора, применен высокоточный двухкамерный дозатор для дозировки до четырех добавок максимальным весом до 45 кг, при этом минимальное деление составило всего лишь 20 г.

Дозировка воды осуществлена на основе системы контроля водоцементного отношения. Использование микроволновых датчиков влажности как в расходных бункерах, так и в смесителе, а также корректировка данных на основе фактической температуры смеси позволяют добиваться высокоточного совпадения заданному водоцементному фактору и высокой повторяемости, что, несомненно, важно при выпуске такого сложного продукта, как станины.

Трудно представить современную установку и без полностью автоматической системы управления, которая также была предусмотрена на данном проекте. Для столь ответственных задач важно, чтобы блоки управления были исполнены на современных высоконадежных компонентах промышленной электроники. Выбор был остановлен на архитектуре Siemens. Философия программного обеспечения в рамках управления должна была не только обеспечить выпуск высококачественной продукции, но и предоставить пользователю огромные возможности по статистическим и учетным функциям, а также обеспечить высокий уровень самодиагностики работоспособности.

Необходимо было продумать вторичную переработку остаточного бетона и промывочной воды. Законы по охране окружающей среды в Китае также строги, при этом в ультравысокопрочный бетон запрещается добавлять переработанную воду, а образующиеся объемы остаточной бетонной смеси слишком малы для применения обычной рециклинговой установки.

Все компоненты БСУ изготовлены в Германии, отправлены в Китай и смонтированы на заводе Kle-Rause специалистами ТЕКА. Восемь месяцев спустя после подписания контракта состоялась приемка-передача нового завода.

В настоящее время БСУ ТЕКА служит надежным инструментом на заводе Kle-Rause, обеспечивая бетоном динамично развивающийся выпуск станин на основе ультравысокопрочного бетона (УНПС).

## Принцип ТЕКА:

максимальная гибкость для ваших проектов



В компании ТЕКА все вращается вокруг процесса смешивания и требований наших клиентов. Приоритет нашей работы – это выполнение желаний заказчиков, которым мы предлагаем индивидуальные и высокоэффективные решения в области установок и оборудования, удовлетворяющих всем потребностям наших клиентов



## Высокопроизводительные смесители ТЕКА

**Ваш высококвалифицированный партнер в области смешивания любой степени сложности**

- » каждый смеситель спроектирован и разработан с учетом индивидуальных требований заказчика и специфики процесса смешивания
- » смесители ТЕКА различных типов (планетарные, тарельчатые, турбинные и двухвальные) покрывают весь спектр областей применения
- » опыт и надежность на всех этапах, начиная с планирования и заканчивая вводом в эксплуатацию
- » быстрая и надежная поставка запасных частей, операционный склад на 15 000 запчастей

В компании ТЕКА все вращается вокруг процесса смешивания.

# TeKa

TEKA Maschinenbau GmbH

In den Seewiesen 2 » D-67480 Edenkoben

Тел. +49 6323 809-0 » Факс +49 6323 809-10

info@teka-maschinenbau.de » www.teka.de



УДК 699.841

А.Г. КОВРИГИН<sup>1</sup>, инженер, руководитель группы технической поддержки (anton.kovrigin@bzs.ru),  
 А.В. МАСЛОВ<sup>1</sup>, инженер; А.В. ГРАНОВСКИЙ<sup>2</sup>, канд. техн. наук, зав. лабораторией  
 Центра исследований сейсмостойкости сооружений (arcgran@list.ru)

<sup>1</sup> ООО «Бийский завод стеклопластиков» (Россия, 659316, Алтайский край, г. Бийск, ул. Ленинградская, 60/1)

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

## Сейсмическая безопасность стеновых панелей со связями СПА7,5

Развитие крупнопанельного домостроения требует совершенствования технологий проектирования и повышения качества используемых материалов. ООО «Бийский завод стеклопластиков» совместно с Allbau Software разработали модуль автоматического проектирования расположения гибких связей СПА7,5 для трехслойных панелей для среды проектирования Planbar. С целью определения надежности связей СПА7,5 в системе трехслойных панелей при работе в сейсмически опасных регионах на базе лаборатории исследования сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко были проведены соответствующие испытания. Испытания подтвердили сейсмическую безопасность трехслойных панелей со связями СПА7,5 при эксплуатации в регионах с сейсмичностью 7–9 баллов.

**Ключевые слова:** сейсмическая безопасность, трехслойные железобетонные панели, натурные испытания, стеклопластиковые гибкие связи СПА7,5, BIM-проектирование, Planbar, модуль автоматического проектирования.

**Для цитирования:** Ковригин А.Г., Маслов А.В., Грановский А.В. Сейсмическая безопасность стеновых панелей со связями СПА7,5 // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 41–44.

A.V. KOVRIGIN<sup>1</sup>, Engineer, Head of Technical Support Group (anton.kovrigin@bzs.ru), A.V. MASLOV<sup>1</sup>, Engineer;

A.V. GRANOVSKY<sup>2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering), Head of Laboratory, Research Center of Seismic Stability of Constructions (arcgran@list.ru)

<sup>1</sup> ООО "The Biysk Factory for Making Glass-Fiber Reinforced Plastics" (60/1, Leningradskaya Street, Biysk, Altai Krai, 659316, Russian Federation)

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

### Seismic Safety of Wall Panels with Ties SPA7.5

The development of large-panel housing construction requires improvement of the design technology and quality materials used. ООО "The Biysk Factory for Making Glass-Fiber Reinforced Plastics" in cooperation with Allbau Software have developed the module of automated design of location of flexible ties SPA7.5 for three-layer panels for the design environment Planbar. To determine the reliability of ties SPA7.5 in the system of three-layer panels when operating in seismic dangerous districts, the relevant tests have been conducted on the basis of the Laboratory of research in seismic reliability of structures of TsNIISK named after V.A. Kucherenko. The tests have confirmed the seismic safety of three-layer panel with ties SPA7.5 when operating in areas with seismicity of 7–9 points.

**Keywords:** seismic safety, three-layer reinforced concrete panels, in-place tests, glass plastic flexible ties SPA7.5, BIM-design, Planbar, module of automated design.

**For citation:** Kovrigin A.V., Maslov A.V., Granovsky A.V. Seismic safety of wall panels with ties SPA7.5. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 41–44. (In Russian).

Крупнопанельное домостроение широко распространено при сооружении многоэтажных общественных и жилых зданий. Благодаря тому, что в строительстве используются заранее изготовленные в заводских условиях панели, процесс строительства осуществляется быстро, а стоимость 1 м<sup>2</sup> сооружений, построенных из панелей, оказывается сравнительно низкой [1–4]. При этом многие заводы и комбинаты крупнопанельного домостроения РФ за последние годы сделали большой шаг по усовершенствованию процесса и технологии производства панелей. Внедряются новые автоматизированные линии, повышается качество и надежность применяемых материалов и комплектующих [5–8]. Осваиваются новые системы проектирования, позволяющие быстро и качественно спроектировать надежные панели, сооружение из панелей в целом, а затем проработать и инфраструктуру прилегающих территорий [9–11].

Так, одним из способов совершенствования технологии производства, а также повышения теплоэффективности и надежности стеновых панелей является внедрение на производство завода КПД стеклопластиковых гибких связей СПА7,5, выпускаемых ООО «Бийский завод стеклопластиков», а одной из наиболее распространенных сред для быстрого и качественного проектирования всех элементов зданий и со-

оружений является среда BIM-проектирования Allplan Precast (Planbar), Allbau Software.

В 2018 г. Allbau Software разработал для ООО «Бийский завод стеклопластиков» модуль программы Planbar, позволяющий в автоматическом режиме выполнить расчет необходимого количества и расставить гибкие связи СПА7,5 в проектируемых трехслойных стеновых железобетонных панелях. Модуль позволяет существенно сэкономить время при проектировании панелей, поскольку расчет в нем занимает считанные минуты, в то время как для проведения полноценного расчета и расстановки связей «вручную» согласно всем нормам требовалось несколько часов. При этом исключены ошибки в расчетах, так как модуль учитывает требования действующих нормативных документов, таких как ГОСТ 31310–2015 «Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия», Техническое свидетельство № 5152-17, Zulassung Z-21.8-2055. Работа модуля учитывает все конструктивные и технологические нюансы при производстве панелей, такие как классы прочности бетона несущего и облицовочного слоев панели, способ производства (вверх лицевым или несущим слоем), расположение закладных деталей, наличие узких бетонных участков и другое. Модуль стремится оптимизировать расположение и размеры связей таким образом, чтобы выбранные





теплоэффективной (М.И. Низовцев. Заключение по результатам теплотехнических расчетов фасадной системы с тонким наружным штукатурным слоем при применении заливных строительных дюбелей с различными распорными элементами. Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск, 2011); при этом надежность соединения слоев настолько высока, что такие панели могут применяться даже в сейсмических районах с сейсмичностью 8–9 баллов и выше (А.В. Грановский. Технический отчет по теме: «Выполнить динамические испытания с оценкой сейсмостойкости трехслойных стеновых панелей на гибких связях СПА7,5 производства ООО «Бийский завод стеклопластиков». НИЦ «Строительство», Москва, 2018 г.). С целью оценки и подтверждения надежности и безопасности работы трехслойных панелей с гибкими связями СПА7,5 Бийским заводом стеклопластиков



было инициировано проведение сейсмических (динамических) испытаний в Центре исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко под руководством заведующего лабораторией канд. техн. наук А.В. Грановского.

Для динамических испытаний были подготовлены образцы трехслойных панелей со связями СПА7,5; класс бетона по прочности на сжатие в облицовочном и несущем слоях соответствовал В25; армирование слоев было выполнено плоскими каркасами из арматуры диаметром 10 мм с ячейкой 100×100 мм, связи анкервались в бетон на глубину 50 мм. Количество и схема расположения связей определены расчетом согласно методикам, изложенным в пособии «Панели стеновые бетонные и железобетонные трехслойные с гибкими связями из стеклопластиковой арматуры ТУ 5831-008-20994511-01» (Бийск, 2001) и Zulassung Z-21.8-2055.

Испытания проводили в несколько этапов. На первом этапе оценивали прочность и деформативность трехслойной панели при действии статической нагрузки. При относительном перемещении слоев в 2 мм нагрузка на облицовочный слой панели составила 59 кН/п. м, что превышает нормативную нагрузку в более чем в семь раз. Далее нагрузку увеличивали для оценки усилия, при котором произойдет разрушение панели. В результате разрушение было зафиксировано при относительном сдвиге слоев в 7 мм. Разрушающая нагрузка составила 160 кН.

Динамические испытания трехслойных стеновых панелей со связями СПА7,5 проводили на двухкомпонентной виброплатформе маятникового типа, с помощью которой моделировали сейсмические воздействия интенсивностью 7–9 баллов по шкале MSK-64. Регистрацию и измерение сигналов от однокомпонентных датчиков-акселерометров АТ 1105-10м осуществля-

ли с помощью измерительно-вычислительного комплекса МС-036 с шестнадцатью датчиками.

По окончании динамических испытаний получены следующие результаты.

В процессе испытаний достигнуты горизонтальные ускорения от 1,3 до 16,5 м/с<sup>2</sup>, что превышает нормируемое значение ускорения для сейсмической зоны в 9 баллов (4 м/с<sup>2</sup>). При этом вертикальные ускорения от 0,1 до 13,6 м/с<sup>2</sup>. Амплитуда колебаний виброплатформы находилась в диапазоне от 3,67 до 61 мм (в горизонтальной плоскости) и от 0,2 до 5,9 мм (в вертикальной плоскости).

Испытания трехслойной панели на ударные воздействия показали, что при динамическом ударе, соответствующем 1,52×q (15,2 м/с<sup>2</sup>), эксплуатационная надежность гибких связей и панели в целом не была нарушена.

Установлено, что коэффициент передачи горизонтальных колебаний с внутреннего на лицевой слой панели в пределах от 1 до 10 Гц (возможный спектр частотных колебаний зданий) меняется незначительно. Т. е. при применении гибких связей СПА7,5 лицевой слой колеблется аналогично внутреннему.

Согласно указанию (СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах». Актуализированная редакция СНиП II-7-81) в части назначения параметров динамических воздействий на конструкцию примененные трехслойные железобетонные панели на гибких связях в сейсмоопасных регионах РФ из-за отсутствия нормативных документов регламентируются результатами экспериментальных исследований. Следовательно, трехслойные стеновые панели на гибких связях СПА7,5, производимых ООО «Бийский завод стеклопластиков», могут быть рекомендованы для применения в сейсмоопасных регионах РФ с сейсмичностью 7–9 баллов по шкале MSK-64.

#### Список литературы

1. Ковригин А.Г., Маслов А.В., Вальд А.А. Факторы, влияющие на надежность композитных связей, применяемых в КЖД // *Строительные материалы*. 2017. № 3. С. 31–34.
2. Ковригин А.Г., Маслов А.В. Композитные гибкие связи в крупнопанельном домостроении // *Строительные материалы*. 2016. № 3. С. 25–30.

#### References

1. Kovrigin A.G., Maslov A.V., Vald A.A. Factors influencing on reliability of composite ties used in large-panel housing construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 3, pp. 31–34. (In Russian).
2. Kovrigin A. G., Maslov A.V. Composite Flexible Bracing in Large-Panel House Building. *Stroitel'nye Materialy*

3. Усманов Ш.И. Формирование экономической стратегии развития индустриального домостроения в России // *Политика, государство и право*. 2015. № 1 (37). С. 76–79.
  4. Баранова Л.Н. Развитие индустриального домостроения и промышленности строительных материалов в различных регионах России // *Вестник Российской академии естественных наук*. 2013. № 3. С. 61–63.
  5. Луговой А.Н. Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. 2011. № 3. С. 32–33.
  6. Луговой А.Н., Ковригин А.Г. Композитные гибкие связи для трехслойных панелей // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 22–24.
  7. Луговой А.Н., Ковригин А.Г. Трехслойные железобетонные стеновые панели с композитными гибкими связями // *Строительные материалы*. 2015. № 5. С. 35–38.
  8. Хозин В.Г., Пискунов А.А., Гиздатуллин А.Р., Куклин А.Н. Сцепление полимеркомпозитной арматуры с цементным бетоном // *Известия КазГАСУ*. 2013. № 1 (23). С. 214–220.
  9. Блашко В.П., Граник М.Ю. Гибкие базальтопластиковые связи для применения в трехслойных панелях наружных стен // *Строительные материалы*. 2015. № 5. С. 56–57.
  10. Блазнов А.Н., Атыасова Е.В., Бычин Н.В., Шундри-на И.К., Ходакова Н.Н., Самойленко В.В. Влияние степени отверждения связующего на температуру стеклования композитных материалов // *Южносибирский научный вестник*. 2016. № 1. С. 13–19.
- [Construction Materials]. 2016. No. 3, pp. 25–30. (In Russian).
  3. Usmanov Sh.I. Formation of economic strategy of development of industrial housing construction in Russia. *Politika, gosudarstvo i pravo*. 2015. No. 1 (37), pp. 76–79. (In Russian).
  4. Baranova L.N. Development of industrial housing construction and the industry of construction materials in various regions of Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk*. 2013. No. 3, pp. 61–63. (In Russian).
  5. Lugovoy A.N., Kovrigin A.G. Composite Flexible Bracings for Three-Layered Thermal Efficient Panels. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 3, pp. 32–33. (In Russian).
  6. Lugovoy A.N. Enhancement of Energy Efficiency of Enclosing Structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 5, pp. 22–24. (In Russian).
  7. Lugovoy A.N., Kovrigin A.G. Three-layer reinforced concrete wall panels with composite flexible communications. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 5, pp. 35–38. (In Russian).
  8. Hozin V.G., Piskunov A.A., Gizdatullin A.R., Kuklin A.N. Coupling of polymerkompozitny fittings with cement concrete. *Izvestiya KazGASU*. 2013. No. 1 (23), pp. 214–220. (In Russian).
  9. Blazhko V.P., Granik M.Yu. Flexible bazaltoplastikovy communications for application in three-layer panels of external walls. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 5, pp. 56–57. (In Russian).
  10. Blaznov A.N., Atyasova E.V., Bychin N.V., Shundrina I.K., Hodakova N.N., Samoylenko V.V. Influence of extent of hardening of vitrification of composite materials, binding on temperature. *Yushno-sibirskii nauchnyi vestnik*. 2016. No. 1, pp. 13–19. (In Russian).



## ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ по сухим строительным смесям для стран Азиатского региона

Узбекистан, г. Самарканд, Отель «Регистан Плаза», 26 – 27 апреля 2018 года

BaltiMix ASIA проводится в рамках деловой программы первой российско-узбекской промышленной выставки «EXPO-RUSSIA UZBEKISTAN 2018»

25 апреля - Ташкентская сессия, круглый стол по промышленности строительно-отделочных материалов.



### ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Рынки сухих смесей и гипсовых материалов Казахстана, Азербайджана и стран Средней Азии: общие черты и специфические особенности.
- Использование модифицирующих химических добавок для оптимизации рецептур ССС: удешевление материалов без потери качества.
- Применение специальной техники для механизации строительных работ: стабильное качество, высокая скорость, экономия ресурсов.
- Внедрение высокотехнологичных решений на заводах ССС.
- Сухие строительные смеси для ремонта и огнезащиты строительных конструкций.
- Передовые технологии фасовки, паллетирования и упаковки ССС.

По всем вопросам, связанным с участием в конференции, обращайтесь:  
Мария Суслова (прием заявок на участие в конференции, реклама), [msuslova@baltimix.ru](mailto:msuslova@baltimix.ru)  
Евгений Беляев (прием на рассмотрение докладов), [ebelyaev@baltimix.ru](mailto:ebelyaev@baltimix.ru)  
Тел./факс: +7 (812) 703-10-19  
[www.baltimix.ru](http://www.baltimix.ru), [www.baltimix-tour.ru](http://www.baltimix-tour.ru)

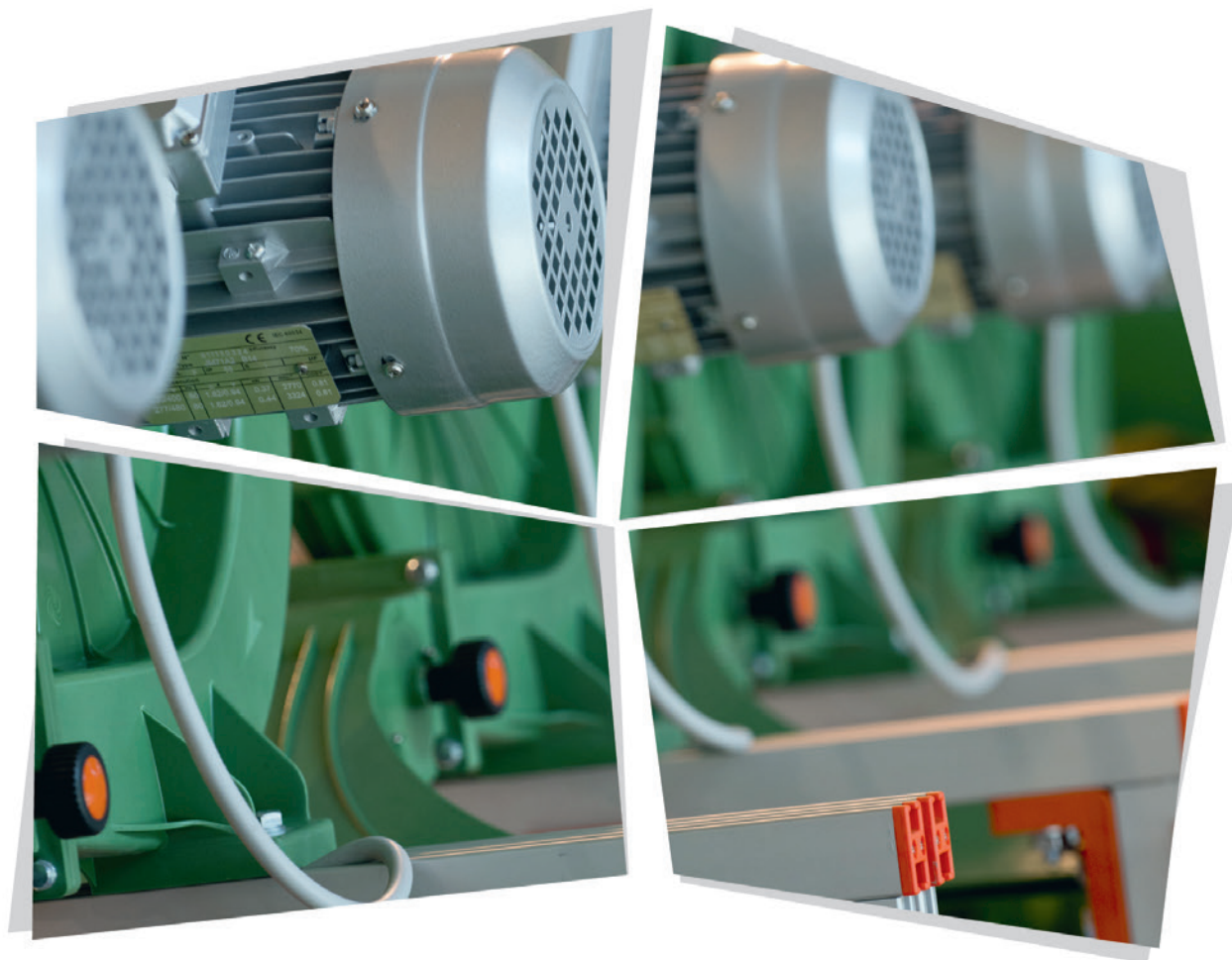


# ИТАЛИЯ

НА ВЫСТАВКЕ

Реклама

## **BATIMAT** RUSSIA 2018



**ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ ИТАЛЬЯНСКУЮ КОЛЛЕКТИВНУЮ ЭКСПОЗИЦИЮ  
МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИКИ**

3-6 апреля 2018

Москва, МВЦ Крокус Экспо, Павильон 3, зал 14

**ИТА**  
ITALIAN TRADE AGENCY  
ИЧЕ – Посольство Италии  
Отдел по развитию торгового обмена



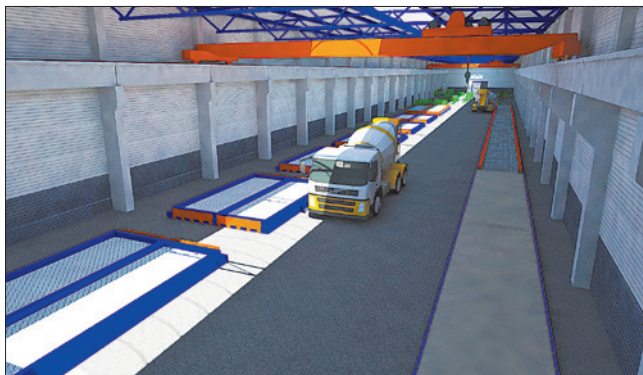
*Ministero dello Sviluppo Economico*



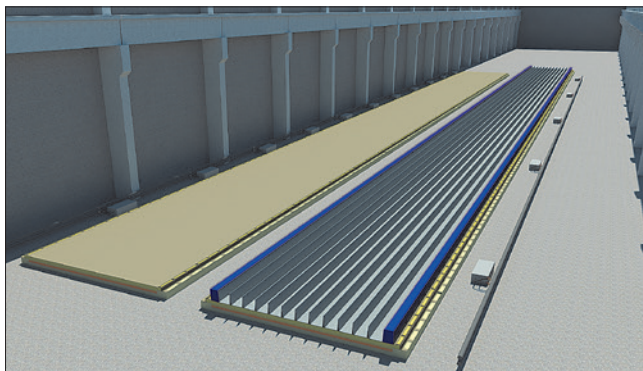
ACIMAC  
Association of Italian Manufacturers of  
Machinery and Equipment for Ceramics



# Промышленная комплексная инженерия для предприятий стройиндустрии от «Приволжского Центра Строительные Технологии»



Пример однопролетного технологического комплекса стенового изготовления ЖБИ



Термостенды УТС «Основа» и УТС «Молот»



Многосекционный термостенд



Изготовление объемных ЖБИ на термостенде УТС «Основа»

В основе деятельности компании «Приволжский Центр Строительные Технологии» – промышленная комплексная инженерия для предприятий строительной индустрии: модернизация, строительство «под ключ», сервисное обслуживание заводов по выпуску изделий из бетона и железобетона. На протяжении 19 лет компания помогает производителям ЖБИ оставаться востребованными и мощными за счет предложения высококвалифицированных решений на основе уникального опыта реализации проектов различных уровней сложности и финансовых вложений.

Российский бизнес – поистине уникальное сообщество предпринимателей, потребителей и государства. История современной России настолько изменчива, непредсказуема, а временами даже фатальна для обычных людей, не говоря уже о представителях бизнеса. Таких потрясений за прошедшую четверть века не испытывала ни одна развитая страна мира. Череда экономических кризисов, гигантские скачки курсов мировых валют, обостренная геополитическая ситуация самым нелегким образом накладывают свой отпечаток на ведение бизнеса в России. Предпринимателей никто и никогда не учил бизнесу в таких сложных экономических условиях: приходится все постигать самостоятельно.

Обнищали, обанкротились и просто перестали существовать сотни заводов ЖБИ и ЖБК, КПД, домостроительных комбинатов. В итоге, к настоящему времени в России сохранились фактически единицы производственных и строительных компаний с солидной историей. Не все прошли испытание реальными трудностями.

На оперативных совещаниях, обсуждая деловые вопросы, специалистам «Приволжского Центра Строительные Технологии» приходится разбирать сложные ситуации, предлагать разные варианты, чтобы приблизиться к почти идеальному результату. Команда компании постоянно экспериментирует, проводит технические расчеты, создает чертежи, придумывает и оттачивает технологические решения. И все для того, чтобы в конце выдать высококачественный продукт своим заказчикам. Профессионалы «ПЦ СТ» всегда делают больше, чем другие компании, стараются и предлагают лучшее оборудование, лучшую технологию.

Именно высокое качество, профессиональная ответственность и рекомендации заказчиков проложили путь компании в большой бизнес. «Приволжский Центр Строительные Технологии» гордится результатами своей работы! Миссия и бизнес-идея компании заключаются в предоставлении передовых и уникальных решений, высокоэффективного оборудования с высококачественным сервисом для массового производства бетонных и железобетонных изделий – создать на предприятии современный высокоэффективный инструмент стабильного получения прибыли.

Пройденный путь насчитывает 19 непростых, но успешных лет. К 2018 г. «ПЦ СТ» превратился в мощный проверенный механизм и может предоставить двухлетнюю гарантию как на отдельное оборудование, так и на целый завод! Если перед вашим предприятием стоят амбициозные планы стать крупнейшим производителем железобетонных изделий, обладателем уникальных конструктивных схем или вы готовы к развитию нового бизнеса, обращайтесь в «Приволжский Центр Строительные Технологии»!

Модернизация производства – это не такое затратное мероприятие, как может показаться на первый взгляд собственнику бизнеса. В





Термостенд с широкой базой

первую очередь рынок требует качественных, высокоточных и быстрых решений. А современная архитектура и строительная эстетика диктуют свои формы, условия и сроки производителям строительных материалов. Конкуренция очень сильная, проиграть конкурс или тендер – значит навлечь на себя убытки и потерю репутации. Причины этого в устаревшем, неэффективном, маломощном оборудовании, не способном давать разнообразие качественного железобетона с оптимальной себестоимостью и в срок. Вот тогда модернизация может потребовать больше времени и средств, чтобы возместить и репутационные потери.

Необходимо очень внимательно подходить к выбору поставщика. Принцип «кто ближе, дешевле или с красивым импортным названием, тот и подходит лучше» совсем не работает. Опыт и профессиональная ответственность – вот на что нужно обращать внимание. Модернизация и развитие производственной базы предприятия должны проходить грамотно и своевременно для минимизации простаивающих и непредвиденных затрат. «Приволжский Центр Строительные Технологии» предлагает не только проверенные технологические схемы для решения ежедневных производственных задач, но и обладает командой высококвалифицированных специалистов с уникальным опытом реализации проектов различных уровней сложности и вложений.

Команда «ПЦ СТ» к началу строительного сезона просит обратить внимание производителей сборного железобетона на эффективность, удобство, высокий ресурс **термостендов и стеновых технологических линий**, способных выпускать практически неограниченную номенклатуру бетонных и железобетонных изделий (в том числе преднапряженных). Настоящее воплощение современных и проверенных решений для предприятий стройиндустрии.

**Универсальный термостенд (УТС) «Основа»** – многофункциональный мультиинструмент, совмещающий в себе экономичную тепловую обработку, высокоточную формовочную поверхность, базу для применения различных видов опалубочных систем и механизированных технологических устройств. УТС «Основа» удобен быстрыми трансформациями опалубки и перенастройкой режимов тепловой обработки, благодаря чему достигается разнообразная номенклатура и многооборотный сьем.

**Унифицированный свайный термостенд (УсТС) «Молот»** обеспечивает безраспалубочную поточную технологию для производства забивных железобетонных свай с максимальным эксплуатационным удобством, четкой геометрией и высоким качеством поверхностей.

Подробную информацию и каталог оборудования и услуг «ПЦ СТ» можно узнать на сайте **www.pc-st.ru** и по телефону **8 800 600 47 13**

**Мы поставляем больше, чем просто оборудование, мы поставляем технологию!**



Магнитная и бортовая опалубка на УТС «Основа»



Термостенд со сборным основанием



Длинные термостенды

УДК 621.18:666.982

О.В. БОГОМОЛОВ, д-р техн. наук, генеральный директор (info@interblock.ru)

ООО «Инженерная компания «ИНТЕРБЛОК» (123592, г. Москва, ул. Кулакова, д. 20, стр. 1Б, к. 22)

## Оценка энергоэффективности производства железобетонных изделий

Существующие методики оценки эффективности производственных процессов не всегда удобны для применения в повседневной деятельности. Предложен простой способ оценки эффективности системы теплоснабжения завода железобетонных изделий. Двадцатилетний опыт технического перевооружения предприятий строительного комплекса подтверждает предложенные в статье критерии и методику расчета энергоэффективности производства ЖБИ, разработанные инженерной компанией «ИНТЕРБЛОК». Применение промышленных парогенераторов ИнтерБлок в технологических процессах производства, отоплении, горячем водоснабжении обеспечивает сокращение затрат на топливо в 2,5–3 раза по сравнению с традиционными котловыми и другими технологиями.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, парогенератор, паросиловое хозяйство предприятия, энергосбережение, железобетонные изделия.

**Для цитирования:** Богомолов О.В. Оценка энергоэффективности производства железобетонных изделий // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 48–49.

O.V. BOGOMOLOV, Doctor of Sciences (Engineering), General Director (info@interblock.ru)  
ZAO "Engineering Company "INTERBLOCK" (22, Struktere 1B, 20, Kulakova, 123592, Moscow, Russian Federation)

### Estimate of Energy Efficiency of Manufacturing Reinforced Concrete Products

The existing methods for assessing the efficiency of production processes are not always convenient to use in daily activities. A simple method for estimating the efficiency of the heat supply system of the reinforced concrete products factories is proposed. Twenty years of experience in technical re-equipment of enterprises of the construction complex confirms criteria and calculation methodology of energy efficiency of manufacturing RCP developed by the Engineering Company "INTERBLOCK" and presented in this article. The use of industrial steam generators "INTERBLOCK" in technological processes of production, heating, hot water supply provides the reduction in costs for fuel by 2.5–3 times comparing with traditional boiler and other technologies.

**Keywords:** energy efficiency, steam generator, steam power utilities of enterprise, power supply, reinforced concrete products.

**For citation:** Bogomolov O.V. Estimate of energy efficiency of manufacturing reinforced concrete products. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 48–49. (In Russian).

В настоящее время предприятия используют «Временные нормы для расчета расхода тепловой энергии при тепловлажностной обработке сборных бетонных и железобетонных изделий в заводских условиях» (СН 513–79), разработанные в 1979 г. для применения паровых котлов. В соответствии с указанным документом нормативный расход тепла для тепловлажностной обработки 1 м<sup>3</sup> железобетонных изделий составляет 0,2–0,4 Гкал. Это значение соответствует расходу 25–50 м<sup>3</sup> природного газа на 1 м<sup>3</sup> железобетонных изделий. В условиях рыночной экономики указанные нормативы требуют пересмотра и уточнения. Они ориентированы на применение устаревших котловых технологий, не способствуют снижению себестоимости продукции и, как следствие, повышению конкурентоспособности предприятий [1–3].

В последние годы взамен паровых котлов в технологические процессы производства железобетонных изделий активно внедряются эффективные отечественные промышленные парогенераторы ИнтерБлок. В настоящее время парогенераторы ИнтерБлок успешно эксплуатируются на более чем шестидесяти предприятиях в России, Белоруссии, Казахстане, Кыргызстане,

Польше, Республике Корея, Украине. Практические результаты эксплуатации подтверждают высокую эффективность парогенераторов ИнтерБлок: расход тепла для тепловлажностной обработки 1 м<sup>3</sup> железобетонных изделий на всех предприятиях снизился до 0,08–0,12 Гкал или до 10–15 м<sup>3</sup> природного газа на 1 м<sup>3</sup> железобетонных изделий; затраты предприятий на природный газ уменьшились в 2,5–3 раза.

Как же количественно оценить энергоэффективность производства железобетонных изделий? Одним из способов оперативной оценки эффективности системы теплоснабжения завода ЖБИ является расчет соотношения общезаводского потребления природного газа в м<sup>3</sup> за период, к объему произведенной железобетонной продукции в м<sup>3</sup> за тот же период. Подобные расчеты можно выполнять ежемесячно, ежеквартально или за любой выбранный период времени. Например, если годовой объем производства составил 50 тыс. м<sup>3</sup> железобетонных изделий, а общезаводское потребление природного газа за этот период составил 500 тыс. м<sup>3</sup>, то расход природного газа на 1 м<sup>3</sup> железобетонных изделий составляет 10 м<sup>3</sup>, что указывает на вполне эффективную работу системы теплоснабжения предприятия. Если



**ИНТЕРБЛОК**  
ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ

123592, г. Москва, ул. Кулакова, д. 20, стр. 1Б, к. 22

109387, г. Москва, ул. Тихая, 33-108

Тел. (495) 728-92-93, 722-72-86

Факс (472) 542-79-01

info@interblock.ru

www.interblock.ru



**Основные технические характеристики парогенераторов ИнтерБлок**

| Технические характеристики                             | ST-102H    | ST-302H     | ST-502H      |
|--|------------|-------------|--------------|
| Тепловая мощность, кВт                                 | 290        | 870         | 1450         |
| Тепловая мощность, Гкал/ч                              | 0,25       | 0,75        | 1,25         |
| Паропроизводительность, т/ч                            | 0,5        | 1,5         | 2,5          |
| Диапазон рабочих температур пара, °С                   | 100–200    | 100–200     | 100–200      |
| Температура нагретой воды, °С                          | 80         | 80          | 80           |
| КПД, %   | 99         | 99          | 99           |
| Давление пара, МПа                                     | ≤0,05      | ≤0,05       | ≤0,05        |
| Потребляемая электрическая мощность, кВт               | 5,5        | 15          | 35           |
| Максимальный расход воды, л/мин (м <sup>3</sup> /ч)    | 4<br>(2,4) | 12<br>(7,2) | 19<br>(11,4) |
| Максимальный расход природного газа, м <sup>3</sup> /ч | 28         | 85          | 142          |
| Максимальный расход пропана, л/ч                       | 34         | 100         | 170          |
| Максимальный расход дизельного топлива, л/ч            | 23         | 69          | 115          |
| Вес установки, т                                       | 1,7        | 2,2         | 3,8          |
| Размеры:   |            |             |              |
| – длина, м   | 1,8        | 2           | 2,3          |
| – ширина, м  | 1,4        | 1,7         | 1,9          |
| – высота, м  | 1,6        | 1,8         | 2            |

этот показатель превышает значение 25–30 м<sup>3</sup> газа на 1 м<sup>3</sup> железобетонных изделий, необходимо совершенствовать систему теплоснабжения технологических процессов производства железобетонных изделий.

Основная причина неэффективного теплового хозяйства – централизованное теплоснабжение или эксплуатация паровых котлов. Техническое перевооружение на высокоэффективные промышленные парогенераторы ИнтерБлок и создание на их основе децентрализованных теплоэнергетических комплексов является одним из решений задачи кардинального повышения энергоэффективности предприятий строительного комплекса. Основными преимуществами парогенераторов ИнтерБлок перед котловыми технологиями являются:

- высокий КПД — 97–99%;
- быстрота пуска и останова — 15 секунд;
- отсутствие дымовой трубы;
- независимость температуры пара от давления;
- способность производить технологический пар и горячую воду;
- высокая гомогенность технологического пара, стабильность его термодинамических параметров;
- не требуется постоянное присутствие обслуживающего персонала;
- не требуются фундаменты и специальные сооружения для установки; парогенераторы могут устанавливаться непосредственно в цехе, вблизи потребителей тепла.

Постановлением Правительства РФ от 17 июня 2015 г. № 600 (ред. от 25.08.2017) «Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффек-



тивности» промышленные парогенераторы ИнтерБлок отнесены к классу технологий высокой энергетической эффективности, что обеспечивает заказчикам получение налоговых льгот в процессе их эксплуатации.

Инновационные технологии ИнтерБлок защищены патентами [4–5].

**Список литературы**

1. Богомолов О.В. Реальный инструмент энергосбережения на предприятиях стройиндустрии // *Строительные материалы*. 2013. № 3. С. 14.
2. Богомолов О.В. Как сократить затраты на тепловую энергию? // *Строительные материалы*. 2012. № 3. С. 20.
3. Богомолов О.В. Опыт энергосбережения на промышленных предприятиях // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 28–29.
4. Патент РФ 2591217. *Способ тепловлажностной обработки бетонных изделий* / Богомолов О.В., Малышев А.А. Заявл. 10.06.2015. Опубл. 20.07.2016 Бюл. № 20.
5. Патент РФ 2598667. *Способ получения теплоносителя для тепловлажностной обработки бетонных и железобетонных изделий* / Богомолов О.В., Малышев А.А., Гаврильчук В.А., Суворов А.А., Ковшов А.П. Заявл. 27.08.2015. Опубл. 27.09.2016. Бюл. № 27.

**References**

1. Bogomolov O.V. A Real Tool of Energy Saving at Construction Industry Enterprises. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 3, pp. 14. (In Russian).
2. Bogomolov O.V. Reduce costs of thermal energy. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 3, pp. 20. (In Russian).
3. Bogomolov O.V. A Experience of Energy Saving at Industrial Enterprises. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 5, pp. 28–29. (In Russian).
4. Patent RF 2591217. *Sposob teplovlazhnostnoi obrabotki betonnykh izdelii* [Way of heatmoist processing of concrete products]. Bogomolov O.V., Malyshev A.A. Declared 10.06.2015. Published 20.07.2016. Bulletin No. 20. (In Russian).
5. Patent RF 2598667. *Sposob polucheniya teplonositelya dlya teplovlazhnostnoi obrabotki betonnykh i zhelezobetonnykh izdelii* [A way of receiving the heat carrier for heatmoist processing of concrete and concrete goods]. Bogomolov O.V., Malyshev A.A., Gavril'chuk V.A., Suvorov A.A., Kovshov A.P. Declared 27.08.2015. Published 27.09.2016. Bulletin No. 27. (In Russian).

# Международный опыт производства железобетонных изделий с Нордимпианти

Выпуск железобетонных изделий безопалубочным способом на длинных стандах – современный, высокопроизводительный и универсальный метод, набирающий все большую популярность на заводах сборного железобетона. Данный метод производства чаще всего ассоциируется с выпуском пустотелых плит перекрытия, однако плиты перекрытия – безусловно популярный, но не единственный продукт, производимый этим способом. На длинных стандах возможно производить различные изделия – столбики сельскохозяйственного назначения, перемычки, сваи, элементы несъемной опалубки, элементы мостовых конструкций и т. д. Интерес к безопалубочному способу производства у предприятий по выпуску железобетонных изделий проявляется прежде всего благодаря его высокой производительности при относительно невысоких начальных инвестициях и низких затратах труда.

Так как компания Нордимпианти специализируется на выпуске таких линий, одной из задач является популяризация данного метода производства. Для обмена опытом, создания международных связей и просто приятного и полезного общения специалистов в этой области компания Нордимпианти периодически организует технические туры в различные города и страны на предприятия стройиндустрии, где установлены и работают линии безопалубочного производства изделий.

## ГРУЗИЯ

В октябре 2017 г. было организовано посещение завода компании «Тбилцемент-Групп», находящегося в промышленной зоне города Тбилиси, Грузия. Посетители смогли увидеть первый в Грузии завод по производству плит перекрытия и легких стеновых панелей. Завод этот развивался поэтапно – первый этап включал в себя строительство производственного здания, установку бетоносмесительного узла и установку «базового» варианта линии – два станда длиной по 168 м, универсальный экструдер с формообразующими вставками для производства пустотных плит перекрытия высотой 200, 220 и 265 мм, пила для резки изделий и некоторые вспомогательные компоненты (система натяжения и плавного отпуска арматуры, подача бетона). Вторым этапом стало дополнительное приобретение четырех стандов длиной 168 м каждый, машины для чистки производственных стандов и полного комплекта для производства стеновых панелей – формующей машины (нанозкструдера) и машины для группового съема и штабелирования панелей. Посетители смогли увидеть то,



Специализированная машина для подъема пустотной стеновой панели

что линия для выпуска стеновых панелей не потребовала организации отдельного производства: нанозкструдер и штабелер работают на тех же производственных стандах, на которых производится пустотная плита перекрытия.

В качестве легкого заполнителя для производства стеновых панелей используется доступный на сырьевом рынке гранулированный шлак. Несмотря на то что обычно такие панели производят из керамзитобетона, на заводе достигнут превосходный результат – масса панели длиной 3 м, шириной 600 мм и толщиной 90 мм составила всего 135 кг. Это позволяет осуществить с легкостью ее монтаж двум рабочим. Пиковая скорость монтажа таких панелей может достигать 90 м<sup>2</sup>/день. Средняя скорость монтажа составляет около 50 м<sup>2</sup>/день. Геометрия панели легко может быть доработана с помощью угловой отрезной машины; если необходимо сделать выемки под розетки или другие проемы, все выполняется ручным электроинструментом в любом необходимом месте; электропроводка может быть уложена в пустоты. Последующие этапы также быстро решаются: поверхность панели гладкая и нуждается лишь в финальной шпатлевке в один слой.

## ПОЛЬША

В феврале 2018 г. была организована очередная техническая миссия на завод по производству сборного железобетона в Польшу – город Вроцлав, компания Бетард.

Производственно-технологическая линия на заводе Бетард во Вроцлаве, изготавливающая многпустотные плиты перекрытия методом безопалубочного формования, включает шесть стандов, каждый длиной 150 м. Посетители смогли увидеть систему автоматизированной адресной подачи бетона, который позволяет обеспечить наибольшие объемы и высокую производительность, высокие темпы производства.

На линии во Вроцлаве используется экструдер серии EVO, предназначенный для изготовления широкого ассортимента предварительно напряженных пустотных плит перекрытий и стеновых панелей. Процесс формования обеспечи-



Нанозкструдер в процессе формовки изделий





Производственная линия на заводе Бетард, Вроцлав, Польша

ваает необходимый уровень уплотнения в каждой точке изделия и исключает вибрацию и высокий уровень шума. Модульное исполнение экструдера позволяет менять формообразующие вставки для быстрого перехода с одного размера на другой.

При посещении было отмечено, что завод Бетард отличается индивидуальным дизайном пустот, порой имеющих весьма замысловатую форму. При его создании проектировщики главным образом преследовали цели повышения огнестойкости плиты. Плиты высотой от 160 до 200 мм имеют шесть пустот, высотой 265 мм – пять и высотой от 300 до 500 мм – четыре пустоты.

Посетители заметили, что отличным от заводов в СНГ является и подход к армированию. Во Вроцлаве и Польше в целом, учитывая высокую стоимость металлической арматуры, делают ставку на использование бетона более высокой прочности (класса), а количество применяемой арматуры стараются минимизировать. Пустотная плита, производимая на длинных стендах, не имеет поперечной арматуры. Зато продольная арматура достаточно толстая: у плит высотой 200 мм – 12 мм, а для плит от 320 мм иногда и 15,2 мм. Верхнюю арматуру применяют только в плитах длиной более 13 метров. На заводах, расположенных на постсоветском пространстве, верхняя арматура служит для компенсации изгибов, провоцирующих появление трещин. Здесь эта задача решается использованием бетона высокого класса. Независимо от размеров (длины и высоты) плиты и ее несущей способности используется класс бетона В-50 (или С60/50 по европейским нормативам). Вся нагрузка, особенно в опорной зоне, при заземлении плиты воспринимается только бетоном.

Так как количество арматуры меньше, ее натяжение выше. В качестве арматуры проволока применяется лишь для небольших изделий, для крупных используются преимущественно канаты. Благодаря высокому качеству смазки и правильной технологии ее нанесения (расход на 1 м<sup>2</sup> не превышает 25 г) арматурные канаты не проскальзывают.

К особенностям завода во Вроцлаве можно отнести машину для пробивки отверстий в плитах. В России для этого часто используют деревянные бруски.

Петли на плиты здесь не ставят – монтажные работы осуществляют с помощью захватов и траверс. Мелким заказчикам траверсы на период монтажа даются в аренду. Крупные, как правило, имеют свои.

Одно из определений понятия «общение», это обмен мнениями людей, заинтересованных в точке зрения друг друга. Именно такое общение пытается создать компания Нордимпианти при организации технических миссий на предприятия строительной индустрии – вызвать неподдельный интерес к технологиям, организации труда, обеспечить обмен мнениями и опытом. Такие коммуникации в итоге создают высокотехнологичные предприятия, на которых прежде всего приятно и комфортно работать его сотрудникам, предприятия, способные массово выпускать высококачественный продукт, не подверженный влиянию внешних факторов, предприятия, которые действительно приносят прибыль и рассчитаны на работу в долгосрочной перспективе. Конечная цель компании Нордимпианти – это помочь своим партнерам в создании таких предприятий.



Производственная линия шириной 1500 мм

Еще одной отличительной чертой завода во Вроцлаве является двойная выкатка – погрузка плит не в один, а в два ряда по ширине тележки, что позволяет одновременно снимать больше изделий.

#### УКРАИНА

С июня 2016 г. регулярно компанией Нордимпианти организуются посещения завода Бетонкомплекс, г. Киев, одного из передовых заводов строительной индустрии Украины. Фабрику посещают гости из Беларуси, Казахстана, Узбекистана, Грузии, Турции, Польши и Украины.

Предприятие запустило в эксплуатацию первую линию по производству плит перекрытий шириной 1200 мм в 2012 г.

На линии производятся различные по высоте изделия – плиты толщиной 200, 220, 265 мм, имеющие шесть пустот, а также плиты 320, 400 и 500 мм толщиной, имеющие четыре пустоты. В 2016 г. предприятием в рекордно короткие сроки была запущена вторая производственная линия выпускающая плиты толщиной 220 мм, но различные по ширине – 1500 и 1100 мм на одних и тех же производственных стендах.

Комбинирование плит различной ширины при строительстве зданий помогает максимально увеличить коэффициент сборки здания и избежать трудоемких монолитных участков при организации перекрытий.

Высокий спрос на пустотные плиты перекрытия диктует интенсивный темп работы предприятия – производственные линии работают круглые сутки.

Благодаря высокой организации труда, системам автоматизированной адресной подачи бетона автоматизированной работе формовочных машин и хорошо подобранному составу бетона, на производственных линиях удается получить 6–7 формовок на пяти стендах в сутки, а прогрев бетона не превышает 8–10 ч в зимний период.

Посетители предприятия отмечают высокий профессионализм и должный уход за производственным оборудованием, которое используется на производственно-технологических линиях.





TECNARGILLA

**БУДУЩЕЕ КЕРАМИКИ**  
24 / 28 СЕНТЯБРЯ 2018 . РИМИНИ . ИТАЛИЯ

[www.tecnargilla.it](http://www.tecnargilla.it)



ОРГАНИЗАТОР

**ITALIAN  
EXHIBITION  
GROUP**  
A merger of  
Rimini Fiera and Fiera di Vicenza

ПАРТНЕР



**ACIMAC**  
Associazione Costruttori Italiani  
Macchine Attrezzature per Ceramica



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



*Ministero dello Sviluppo Economico*

**ITA**

ITALIAN TRADE AGENCY  
ICE - Agenzia per la promozione all'estero e  
l'internazionalizzazione delle imprese italiane



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

THE SCIENTIFIC AND PRACTICAL EDITION

Генеральные спонсоры конференции:



30–31 МАЯ 2018  
ТУЛА. РОССИЯ  
ГОСТИНИЦА «SK-ROYAL»  
ЗАЛ «МОСКВА»



ON MAY 30–31, 2018  
TULA. RUSSIAN FEDERATION  
HOTEL «SK-ROYAL»  
HALL «MOSCOW»

THE SCIENTIFICALLY-PRACTICAL CONFERENCE  
«DEVELOPMENT OF THE CERAMIC INDUSTRY OF RUSSIA»

## КЕРАМТЕХ



ГЛАВНАЯ ТЕМА КОНФЕРЕНЦИИ / MAIN TOPIC OF THE CONFERENCE  
«КИРПИЧНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ В РОССИИ. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ»  
«BRICK HOUSE BUILDING IN RUSSIA. REALITY AND PROSPECTS»

Партнеры МИАП КЕРАМТЕХ / KERAMTEX' partners



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ КОМПАНИИ «ЭСТЕЗО-ТРЕЙД»  
WITH SUPPORT



ПОСЕЩЕНИЕ КИРПИЧНОГО ЗАВОДА «БРАЕР»  
VISIT TO «BRAER» BRICK-PLANT



ПОСЕЩЕНИЕ ТУЛЬСКОГО КИРПИЧНОГО ЗАВОДА  
VISIT TO TULA BRICK-PLANT



ПОСЕЩЕНИЕ СТРОЯЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ ИЗ КИРПИЧА И С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КИРПИЧА  
VISITING BUILDING OBJECTS FROM BRICK AND USING BRICK

31.05.2018

ГАЛА-УЖИН С ВРУЧЕНИЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАГРАД  
CERAMIC AWARDS DINNER

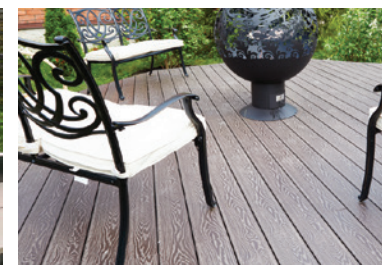
[www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)

[mail@rifsm.ru](mailto:mail@rifsm.ru)





Постройте лучшую  
террасу в городе!



**SAVEWOOD**

Лучше, чем дерево



**крупнейший российский производитель  
изделий из древесно-полимерного композита**

террасная доска | сайдинг | декоративные ограждения | заборы | ступени | универсальные профили

+7 (499) 281 61 94  
info@savewood.ru  
www.savewood.ru

г. Москва,  
ул. Озерная, 42

Реклама



УДК 647-419

Т.А. МАЦЕЕВИЧ<sup>1</sup>, д-р физ.-мат. наук (tmats@rambler.ru)  
 А.А. АСКАДСКИЙ<sup>2</sup>, д-р хим. наук (andrey@ineos.ac.ru)

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

<sup>2</sup> Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН (119991, г. Москва, ул. Вавилова, 28)

## Террасные доски: состав, изготовление, свойства. Часть 2. Термические свойства, водопоглощение, истираемость, твердость, устойчивость к климатическим воздействиям, использование вторичных полимеров

Изложены литературные данные и результаты исследований термических свойств, водопоглощения, истираемости, твердости и устойчивости к климатическим воздействиям террасных досок. Кратко проанализированы возможности использования вторичных полимеров в качестве связующих. Террасные доски изготавливаются из древесно-полимерных композитов. Основными матричными полимерами являются поливинилхлорид, полиэтилен и полипропилен. Исследования показали, что террасные доски компании Savewood на основе ПВХ имеют следующие характеристики: температура размягчения – около 200°C; коэффициент линейного термического расширения (КЛТР), измеренный по длине образца –  $20,8\text{--}27,1 \text{ K}^{-1}\cdot 10^{-6}$ ; водопоглощение – 1,25%; твердость по Бринеллю 580 МПа. Материал обладает повышенной устойчивостью к климатическим воздействиям. Практически по всем параметрам террасные доски на основе поливинилхлорида превосходят аналогичные изделия, где матричным полимером является полиэтилен или полипропилен.

**Ключевые слова:** террасные доски, древесно-полимерные композиты, термические свойства, водопоглощение, истираемость, твердость, климатические воздействия, вторичные полимеры, поливинилхлорид, полиэтилен, полипропилен.

**Для цитирования:** Мацевич Т.А., Аскадский А.А. Террасные доски: состав, изготовление, свойства. Часть 2. Термические свойства, водопоглощение, истираемость, твердость, устойчивость к климатическим воздействиям, использование вторичных полимеров // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 55–61.

T.A. MATSEEVICH, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics) (tmats@rambler.ru); A.A. ASKADSKII, Doctor of Sciences (Chemistry) (andrey@ineos.ac.ru)

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

<sup>2</sup> A.N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of Russian Academy of Sciences (INEOS RAS) (28, Vavilova Street, Moscow, 119991, Russian Federation)

### Decking: Structure, Manufacturing, Properties. Part 2. Thermal Properties, Water absorption, Abrasion, Hardness, Resistance to Climatic Influences, the use of Recycled Polymers

Literature data and results of own studies of thermal properties, water absorption, wearing property, hardness and resistance of terrace boards to climatic impacts are stated. The possibilities to use secondary polymers as binders are briefly analyzed. Terrace boards are made of wood-polymer composites. Main matrix polymers are polyvinylchloride, polyethylene, and polypropylene. Studies show that terrace boards of the Savewood Company on the basis of PVC have the following characteristics: softening temperature – about 200 °C, coefficient of linear thermal expansion measured along the length of a sample –  $20.8\text{--}27.1 \text{ K}^{-1}\cdot 10^{-6}$ , water absorption – 1.25%, Brinell hardness – 580 MPa. The material has a high resistance to climatic impacts. Practically all parameters of the terrace board on the basis of polyvinylchloride are superior to similar products where the matrix polymer is polyethylene or polypropylene.

**Keywords:** decking boards, wood-polymer composites, thermal properties, water absorption, abrasion, hardness, climatic influences, recycled polymers, polyvinylchloride, polyethylene, polypropylene.

**For citation:** Matseevich T.A., Askadskii A.A. Decking: structure, manufacturing, properties. Part 2. Thermal properties, water absorption, abrasion, hardness, resistance to climatic influences, the use of recycled polymers. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 55–61. (In Russian).

В настоящее время древесно-полимерные композиты (ДПК) используют для производства террасной доски. В частности, из ДПК изготавливают полы террасных помещений, сайдинг, декоративные ограждения, заборные системы, ступени, универсальные профили, разные аксессуары и комплектующие. В качестве матричных полимеров (связующих) используют поливинилхлорид (ПВХ), полипропилен (ПП) и полиэтилен (ПЭ). Для производства такой доски часто используют вторичные полимеры, получаемые путем рециклинга. Для этого отработанные полимерные изделия экструдированы, нарезают из экструдата гранулы, а затем их перерабатывают в нужные изделия. В качестве наполнителя применяется древесная мука или древесные волокна различных пород дерева.

Свойства террасных досок изучены в работах [1–6]. В литературе имеются довольно ограниченные сведения

по производству изделий из ДПК. Рассматриваются модуль упругости, предел прочности при сжатии, растяжении и изгибе, удельная ударная вязкость, стойкость к растрескиванию, твердость.

Исследование ДПК на основе ПВХ проведено в ряде работ [7–11]. Способы изготовления ДПК изложены в работах [12–14]. Материалы ДПК нашли широкое применение в строительстве [15–16]. Поскольку такие композиты используются в условиях действия влаги, температурных воздействий, УФ-излучения, а также под действием механической нагрузки разных видов, оценка качества продукции и сравнение разных типов террасных досок должны проводиться с учетом всех перечисленных факторов. Прочностные свойства ДПК описаны, например, в работах [17–22].

Механические свойства ДПК при положительной и отрицательной температуре изложены в первой части

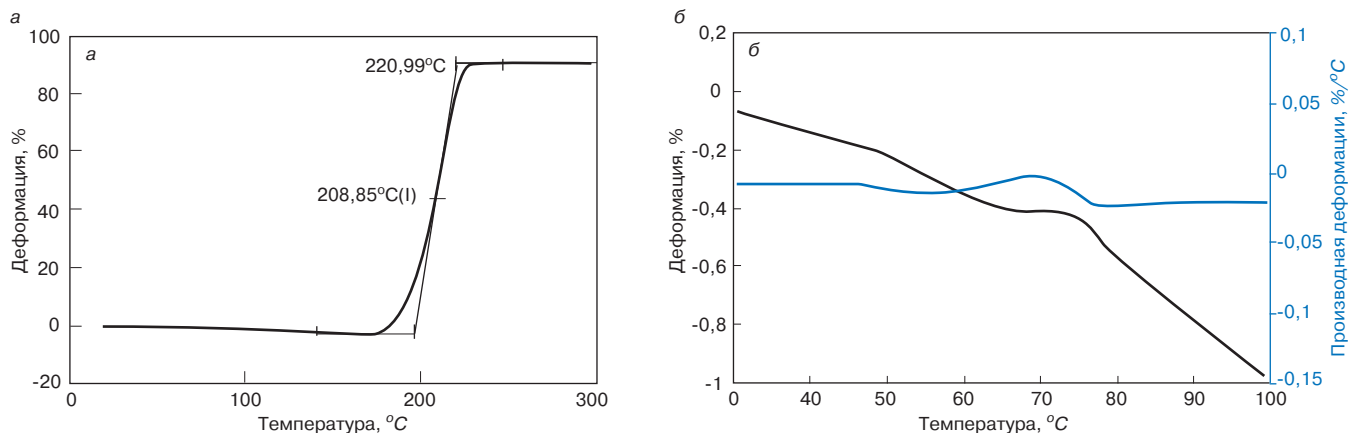


Рис. 1. Термомеханическая кривая образца отечественной компании Savewood: а – в интервале температуры 0–300°C; б – термомеханическая кривая и производная по деформации в интервале температуры 30–100°C

статьи [23]. Исследования при отрицательной температуре проведены впервые, что важно для расширения применения террасных досок в условиях российского климата.

В данной статье приведены результаты исследования термических и барьерных свойств террасных досок, изготовленных из древесно-полимерных композитов (ДПК). Эти исследования проводятся совместно с Институтом элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН и Институтом химической физики им. Н.Н. Семенова РАН.

**Деформационная теплостойкость и коэффициент линейного термического расширения**

Рассмотрим результаты исследования деформационной теплостойкости и коэффициента линейного термического расширения террасной доски. Также проведем сравнение этих показателей для материалов от ведущих производителей (в скобках указаны матричные полимеры, которые служат связующими для древесных наполнителей: ПВХ – поливинилхлорид, ПП – полипропилен, ПЭ – полиэтилен): Twinson (ПВХ), Zager (ПП), Savewood (ПВХ) и Masterdeck (ПЭ). Все данные о материалах этих компаний взяты из открытых источников.

Под деформационной теплостойкостью подразумевается температура, при которой деформация образца при нагревании быстро возрастает. Деформационная теплостойкость определяется с помощью различных методов термомеханического анализа, среди которых наиболее распространены метод получения термомеханических кривых (зависимостей деформации от температуры при нагревании образца с определенной скоростью под механической нагрузкой) и метод определения по Вика (пенетрация пуансона небольшого диаметра в образец также при его непрерывном нагревании). Измерения осуществлялись на приборе TMA Q400 (TAInstruments). Испытания проводились в условиях пенетрации пуансона в цилиндрический образец при росте температуры 5 град/мин. Диаметр пуансона составлял 2,5 мм, нагрузка на пуансон – 100 г.

Термомеханическая кривая (ТМ-кривая) для одного из образцов показана на рис. 1, а. В интервале температуры от 20 до 70°C деформация практически не изменяется; после 75°C она носит отрицательный характер (положительная деформация – это сжатие образца, отрицательная – его расширение). Для интервала температуры 30–100°C начальный участок ТМ-кривой построен в увеличенном масштабе (рис 1, б). Здесь же представлена температурная зависимость производной от деформации, на которой хорошо видны наблюдаемые переходы. На самом начальном участке ТМ-кривой

отмечается небольшая отрицательная деформация (вспучивание образца), а при 70°C наблюдается максимум, который связан с расстекловыванием ПВХ.

Рассмотрим коэффициенты линейного термического расширения (КЛТР) материалов ДПК. Изменение температуры окружающей среды обязательно нужно учитывать при монтаже изделий из ДПК. КЛТР рассчитывается по следующему соотношению:

$$\alpha = \frac{l_T - l_0}{l_0 \cdot (T - T_0)}, \quad (1)$$

где  $l_0$  – исходный размер образца;  $l_T$  – размер образца после нагрева;  $T_0$  – исходная температура;  $T$  – конечная температура нагрева.

Величину КЛТР определяли двумя способами. По первому из них проводился опыт по измерению размера образца при очень малой нагрузке на пуансон, равной 0,5 г, на приборе TMA Q400 (TAInstruments). В качестве примера температурная зависимость изменения размеров образца показана на рис. 2. Известно, что даже для однородного полимера, находящегося в стеклообразном состоянии, КЛТР не является константой и зависит от температурного интервала, в котором он измеряется. На приборе TMA Q400 (TAInstruments) с помощью ЭВМ программы, встроенный в этот прибор, КЛТР определяется в автоматическом режиме. Интервалы температуры, в которых КЛТР остается постоянным, и сама величина этого коэффициента, измеряемая в мкм/м·град, выдаются на диаграмме (рис. 2). В интервале температуры эксплуатации -30–100°C КЛТР имеет небольшое значение.

КЛТР в области комнатной температуры составляет от  $47,81 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  до  $68,45 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . Усредненные значения

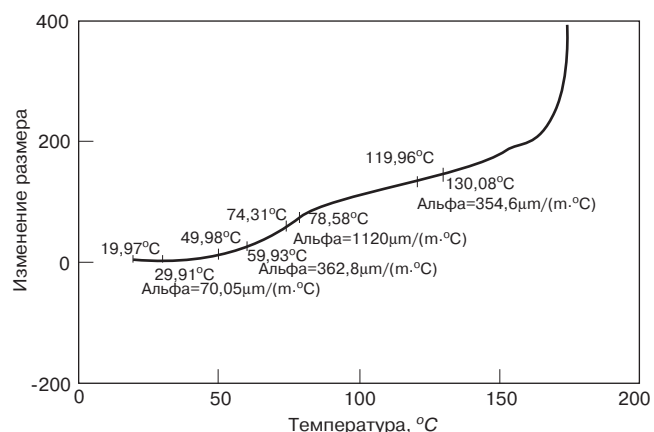


Рис. 2. Зависимость изменения размера образца компании Savewood от температуры и величина КЛТР в разных интервалах температуры



Таблица 1

Сравнительные значения КЛТР для образцов  
древесно-полимерных композитов

| Образец    | КЛТР по длине образца $\alpha_{дл}$ , $К^{-1} \cdot 10^{-6}$ | КЛТР по ширине образца $\alpha_{ши}$ , $К^{-1} \cdot 10^{-6}$ | КЛТР по толщине образца $\alpha_{тол}$ , $К^{-1} \cdot 10^{-6}$ |
|------------|--|---|---|
| Savewood   | 20,8–27,1  | 44,6–59,5   | 47,8–70   |
| MasterDeck | 36   | 110   | 110   |
| Twinson    | 20–25  | 45–50   | 80–90   |
| Zager      | 47   | 47  | –   |

КЛТР в интервале температуры от  $-30$  до  $70^{\circ}C$  показаны в табл. 1. Расчет изменения линейных размеров изделия проводится по формуле  $\Delta L = l_0 \cdot (T - T_0) \cdot \alpha$ , где  $\Delta L$  – прирост линейных размеров при нагревании;  $\Delta T = (T - T_0)$  – температурный интервал нагрева;  $\alpha$  – КЛТР.

По второму способу образцы были измерены по длине, ширине и толщине при  $18^{\circ}C$  с помощью штангенциркуля, снабженного электронной системой отсчета; точность измерения составляла  $0,01$  мм. Далее эти образцы помещались в термошкаф и выдерживались до температуры  $70^{\circ}C$  в течение  $1,5$  ч. После этого образцы последовательно извлекались из термошкафа, и температура их поверхности измерялась пирометром ADA Instruments TemPro 550. Усредненные результаты приведены в табл. 1.

Следует отметить, что чем ниже КЛТР, тем меньше будут изменения размеров изделий при изменении температуры окружающей среды. Это будет препятствовать короблению изделий и облегчит монтаж, поскольку не придется делать большие зазоры при монтаже. Обращает на себя внимание тот факт, что величины КЛТР по толщине образцов, полученные для материалов Twinson и Masterdeck, существенно выше, чем величины КЛТР, полученные компанией Savewood. Величины КЛТР для материалов по длине и ширине марки Twinson практически такие же, как для материалов Savewood. Это связано с применением одного и того же матричного полимера – ПВХ. Величины КЛТР для материалов Zager и Masterdeck существенно выше, чем для материалов Twinson и Savewood, поскольку в качестве матричных полимеров использованы ПП и ПЭ. Причина этого заключается в следующем: ПВХ имеет температуру стеклования  $70^{\circ}C$  и поэтому в температурном интервале эксплуатации находится в стеклообразном состоянии. ПЭ имеет температуру стеклования  $-60^{\circ}C$ , а ПП –  $-20^{\circ}C$ .

#### Водопоглощение

Важной характеристикой террасных досок из ДПК, влияющей на их эксплуатационные свойства, является водопоглощение. Под водопоглощением понимают способность материала впитывать и удерживать в порах влагу при контакте с водой, например при погружении. Эта характеристика наиболее актуальна для террасных досок, которые применяются при обустройстве незакрытых площадей – окружения бассейнов, корабельных палуб, набережных, причалов и т. д.

Массовую долю воды, поглощенную образцом, вычисляют по известной формуле:

$$x = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%,$$

где  $m_1$  – масса образца перед погружением в воду;  $m_2$  – масса образца после извлечения из воды.

Результаты испытаний приведены в сравнительной табл. 2. Значения водопоглощения и набухания для ма-

Таблица 2

Водопоглощение материалов ДПК разных компаний  
в воде за 24 ч

|                         | Savewood | Twinson | Terradeck | Dortmax |
|-------------------------|----------|---------|-----------|---------|
| Водопоглощение, %       | 1,25     | 1,3     | 1,64      | 1,82    |
| Набухание по длине, %   | 0,12     | 0,14    | 0,08      | 0,23    |
| Набухание о ширине, %   | 0,165    | 0,17    | 0,06      | 0,15    |
| Набухание по толщине, % | 0,94     | 0,87    | 0,15      | 0,4     |

рок Twinson, Terradeck и Dortmax взяты из открытых источников (заключение по испытаниям ООО «Научно-инновационный центр Древесно-полимерные композиты» от 04.03.2016 г.; заключение по испытаниям ООО «Научно-инновационный центр Древесно-полимерные композиты» от 17.10.2014 г.; заключение по испытаниям ООО «Научно-инновационный центр Древесно-полимерные композиты» от 05.03.2015 г.)

При анализе полученных результатов можно сделать вывод, что образец террасной доски из ДПК компании Savewood по показателям водопоглощения и набухания при выдержке в воде в течение 24 ч практически идентичен показателям бельгийского производителя марки Twinson. Водопоглощение и набухание в воде за 24 часа незначительны. Как известно, производители марок Savewood и Twinson в своих изделиях используют в качестве матричного полимера ПВХ. Производители марок Terradeck и Dortmax используют в производстве матричный полимер ПЭ, что обуславливает более высокие показатели водопоглощения и набухания в воде.

#### Истираемость

Важной эксплуатационной характеристикой террасных досок, изготовленных из ДПК, является износостойкость (истираемость). Истираемость  $Abr$  оценивают потерей первоначальной массы образца материала, отнесенной к площади поверхности истирания  $F$ , и вычисляют по формуле:

$$Abr(m) = (m_1 - m_2) / F, \quad (2)$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – массы образца до и после истирания соответственно.

Сопротивление материала истиранию определяют, пользуясь стандартными методами: кругом истирания и абразивами (кварцевым песком и наждаком). Это свойство важно для оценки эксплуатации полов, ступеней лестниц, террасных покрытий и т. п. Износом называют свойство материала сопротивляться одновременному воздействию истирания и ударов. Показателем износа также служит потеря массы пробы материала в результате проведенного испытания.

Испытание на истираемость (износ) террасной доски компании Savewood проводилось в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве с Институтом элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, лабораторией наполненных полимерных систем. Испытание проводилось в соответствии с ГОСТ 11529–86 «Материалы поливинилхлоридные для полов. Методы контроля». Эксперимент проводился на машине барабанного типа (рис. 3).

Полученные результаты представлены на рис. 4.

Эксперимент показал, что износ за время испытания (потеря массы) составил  $0,0042$  г. Истираемость образца составила  $9,29 \cdot 10^{-5}$  г/см<sup>2</sup>. Значения потери массы (износостойкость) и истираемости ничтожно малы. Таким

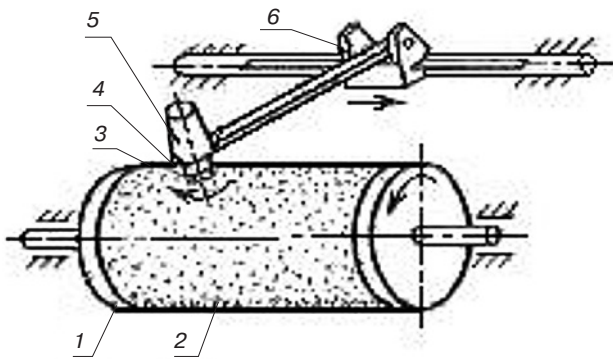


Рис. 3. Машина барабанного типа для испытаний на истираемость: 1 – полый цилиндр; 2 – шлифовальная шкурка; 3 – образец; 4 – держатель; 5 – патрон; 6 – каретка

образом, изделия из ДПК компании Savewood обладают очень высокой износостойкостью и пониженной истираемостью. Поэтому все изделия (террасные доски, ступени, полы и т. д.) не будут иметь проплешин, «залысин», потертостей и других неприятных явлений, вызванных частым передвижением мебели, интенсивного хождения в различной обуви и т. п.

**Твердость**

*Твердость по Шору ISO 868 (DIN 53505, ASTM D2240)*

Твердость по Шору определяется путем проникновения в пластик стального стержня под фиксированной нагрузкой. Склероскопы – приборы для определения твердости имеют калиброванные пружины для приложения нагрузки к индентору. Склероскоп типа А применяется для более мягких материалов, а склероскоп типа D – для более твердых (рис. 5). Значения твердостей по Шору изменяются от 10 до 90 для склероскопа Шора типа А (мягкие материалы); от 20 до 90 – для склероскопа Шора типа D (твердые материалы).

Если измеренные значения > 90А, то материал слишком тверд и должен применяться склероскоп D. Если измеренные значения < 20D, то материал слишком мягок и должен применяться склероскоп А.

*Твердость по Бринеллю ISO 2039-1 (DIN 53456)*

Полированный закаленный стальной шарик диаметром 10 мм вдавливают в поверхность испытуемого образца (толщиной не менее 4 мм) с усилием 358 Н. Через 30 с после приложения нагрузки измеряют глубину отпечатка. Твердость по Бринеллю Н 358/30 рассчитывается как приложенная нагрузка, деленная на площадь поверхности отпечатка. Результат выражают в Н/мм<sup>2</sup>.

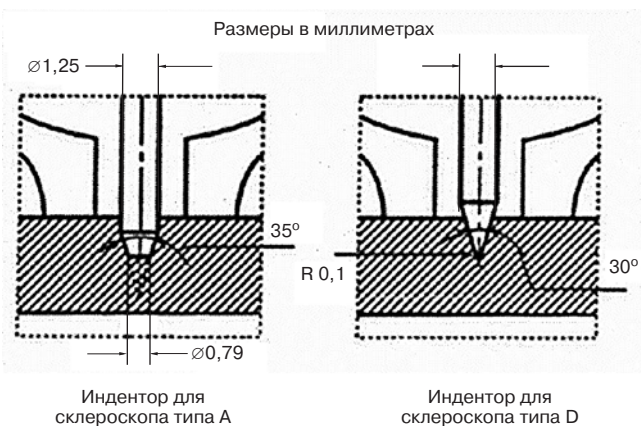


Рис. 5. Инденторы для склероскопов

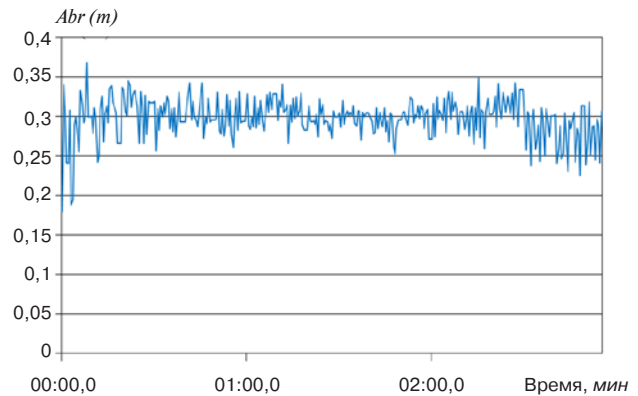


Рис. 4. Зависимость абразивного износа образца компании Savewood от времени: нагрузка P = 0,05 МПа; скорость вращения v = 0,5 м/с

Сравним данные по твердости материалов ДПК различных производителей. Твердость по Бринеллю материалов производителя марки Terradeck находится в интервале 114–129 МПа, материал производителя Savewood обладает твердостью по Бринеллю 580 МПа. Существенная разница в твердости материала обусловлена видом матричного полимера. Производитель Terradeck использует в качестве матричного полимера ПЭ, а Savewood – модифицированный ПВХ.

Для материалов марки Twinson твердость по Бринеллю составляет 145 МПа. В этом материале матричным полимером является немодифицированный ПВХ.

**Устойчивость к климатическим воздействиям**

Проведен экспериментальный анализ изменения цвета изделий из ДПК. Изменения обусловлены химическими процессами, происходящими при действии УФ-облучения в присутствии влаги. Интенсивность изменения цвета зависит не только от влажности среды, но и от температуры, состава материала и химического строения компонентов. Все это справедливо для изделий из ДПК, применяемых для наружной эксплуатации. Помимо перечисленных факторов изменение цвета изделий из ДПК зависит от самого цвета: чем светлее изделие, тем меньше выцветание, поскольку изделия темного цвета теряют свои свойства за более короткое время.

На основании опыта использования материалов ДПК компанией Savewood предложен следующий ряд цветов: черный цвет (максимальная интенсивность выцветания), коричневый, терракот, бежевый, серый (пепельный), желтый (тик). Все изделия из ДПК изготавливают с матовой либо с глянцевой поверхностью. Если верхний слой толщиной 0,1–0,3 мм механически удален



Рис. 6. Внешний вид ДПК после 12 недель экспозиции в уличных условиях



Таблица 3

Условия испытаний на устойчивость к климатическим воздействиям образцов террасной доски компании Savewood

| Испытательное оборудование | Температура, °С | Относительная влажность, % | Время в одном цикле, ч |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|
| Камера световая            | 35±2            | 18/102                     | 110                    |
| Климатическая камера       | -40±2           | –                          | 1,5                    |
| Термическая камера         | 60±2            | 80                         | 1                      |

с поверхности изделия, то в исходном состоянии изделие приобретает более светлые тона и соответственно меньше выцветает.

Известная американская фирма, специализирующаяся на производстве экструзионных ДПК на основе ПП, специально приводит в своих информационных материалах следующую фотографию ДПК после 12 недель экспозиции в уличных условиях (рис. 6). На фотографии хорошо заметно проявление небольших различий в оттенках цвета в разных местах настила.

Испытания устойчивости к климатическим воздействиям образцов террасной доски компании Savewood проводились в Институте химической физики РАН согласно ГОСТ 9.708–83 «Пластмассы. Методы испытания на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов»; ГОСТ 583–74 «Материалы полимерные, строительные, отделочные. Методы определения цветоустойчивости под воздействием света, равномерности окраски и светлоты»; ГОСТ 19111–2001 «Изделия погонажные профильные поливинилхлоридные для внутренней отделки». Исследования проводили с помощью световой камеры (везерометр Q-Sun модели XE-2 HS) при облучении с одной внешней стороны ксеноновой лампой с  $\lambda > 290$  нм и интенсивностью УФ облучения 65 Вт/м<sup>2</sup>; температура воздуха 35±2°С, температура черной панели 60±2°С. Измерения проводили при разной относительной влажности, дождевание осуществ-

Таблица 4

Интервалы значений и точность характеристик, измеряемых на использованном оборудовании

| Наименование оборудования (значение точности характеристик)   | Предел измерений                      |
|---|---------------------------------------|
| Камера испытательная световая везерометр Q-Sun модели XE-2 HS | 290–800 нм;<br>1120 Вт/м <sup>2</sup> |
| Климатическая камера VLK 07/90-2                              | -60 – 100°С (2°С)                     |
| Спектроколориметр «ColorFlex»                                 | 340–850 нм (0,1%)                     |
| Стекланный жидкий термометр                                   | -10–100°С (0,5°С)                     |

лялось в течение 18 минут, сухой период – 102 минуты. Для анализа использовали также климатическую камеру VLK 07/90-2; температура составляла -40±2°С, время одного цикла 1,5 ч. Условия испытаний показаны в табл. 3, а измеренные величины – в табл. 4.

Представленные в табл. 5 данные свидетельствуют о высокой устойчивости материала к действию климатических факторов. Основные изменения, протекающие под действием света и воды, происходят на начальных стадиях и проявляются в виде увеличения на поверхности числа светлых точек (древесного наполнителя), приводящего к незначительному осветлению образцов.

#### Использование вторичных полимеров

Практически все производители ДПК, как отечественные, так и зарубежные, для снижения себестоимости материала применяют вторичные полимеры. Рассмотрим более подробно вопрос об использовании таких полимеров при производстве ДПК. Анализ использования вторичных полимеров проведен в статьях и монографиях [24–26]. Материалы, полученные на основе ПЭ, сравнительно быстро изменяют свои свойства под действием влаги и УФ облучения. Совсем другая ситуация складывается с изделиями из ДПК на основе ПВХ. Практически всем отечественным производителям ДПК на основе этого полимера просто приходится использовать только первичный материал.

Таблица 5

Результаты испытаний материала ДПК для террасной доски Savewood

| Наименование показателя и единица измерения  | Значение показателя   | ГОСТ на методы испытаний       |
|--|---|--------------------------------|
| Изменение внешнего вида после испытания в течение<br>– 5 циклов<br>– 10 циклов<br>– 15 циклов                  | Отсутствуют трещины, отслоения, вздутия, раковины и другие дефекты  | ГОСТ 9.708-83                  |
| Координаты цвета:<br>до испытания<br>и после испытания в течение<br>5 циклов<br><br>10 циклов<br><br>15 циклов | L= 29,27 a= 2,83 b= 3,67<br><br>L= 31,82 a= 3,01 b= 3,95<br>ΔL= -2,55 Δa= -0,18 Δb= -0,28<br>ΔE= 2,57<br><br>L= 32,12 a= 3,06 b= 4,11<br>ΔL= -2,85 Δa= 0,23 Δb= 0,44<br>ΔE= 2,89<br><br>L= 32,34 a= 3,24 b= 4,09<br>ΔL= -3,07 Δa= -0,41 Δb= -0,42<br>ΔE= 3,13 | ГОСТ 9.708-83<br>ГОСТ 11583-74 |
| Стойкость к удару при +23°С  | Не разрушается ни один из испытанных образцов   | ГОСТ 19111-2001                |
| Стойкость к удару при -20°С  | Не разрушается ни один из испытанных образцов   | ГОСТ 19111-2001                |

Это связано с тем, что ПВХ вторичной переработки сложно найти; это обусловлено тем, что объемы вторичной переработки отходов ПВХ существенно меньше других крупнотоннажных полимеров, так как вторичная переработка отходов на основе ПВХ представляет более сложный технический процесс, чем переработка других пластмасс. Причиной этого является то, что этот полимер производится разными методами (блочный, суспензионный и эмульсионный). Поливинилхлориды различаются по молекулярной массе и молекулярно-массовому распределению, а в любой композиции ПВХ присутствуют стабилизаторы, красители, пластификаторы, наполнители и др. С учетом отмеченных особенностей под термином ПВХ следует понимать композиционный материал термопласта ПВХ и различного вида добавок как по ассортименту, так и по количеству. Помимо этого, несмотря на то что себестоимость первичного ПВХ гораздо выше, чем себестоимость вторичных полиолефинов, и он более труден в обработке (требуется специалисты высокого класса), его высокие эксплуатационные свойства по сравнению со свойствами

ми вторичных ПЭ и ПП существенно выше (см. цикл статей на сайте [www.savewood.ru](http://www.savewood.ru)).

Температура стеклования жесткого ПВХ составляет 80°C; это означает, что при нагреве материала выше этого порогового значения он начинает размягчаться. Более того, нагрев до температуры, близкой к 80°C, может оказывать негативное воздействие на свойства материала, но следует отметить, что в природных условиях подобные значения температуры практически не встречаются. Кроме того, при эксплуатации на открытом воздухе УФ излучение также может оказывать негативное воздействие на данный материал. Даже использование внутри помещений флуоресцентных ламп влияет на свойства некоторых видов ПВХ. Обычно умеренное воздействие УФ излучения приводит к старению поверхности, выражающемуся в незначительном выцветании материала. Однако в большинстве случаев механические свойства остаются без изменений.

Изложенное позволяет сделать вывод, что наиболее предпочтительным полимером для изготовления ДПК является ПВХ. Изделия на его основе прослужат долгие годы.

**Список литературы**

1. Мороз П.А., Аскадский Ал.А., Матсеевич Т.А., Соловьева Е.В., Аскадский А.А. Применение вторичных полимеров для производства древесно-полимерных композитов // *Пластические массы*. 2017. № 9–10. С. 56–61.
2. Матсеевич Т.А., Аскадский А.А. Механические свойства террасной доски на основе полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида // *Строительство: наука и образование*. 2017. Т. 7. Выпуск 3 (24). С. 48–59.
3. Абушенко А.В., Воскобойников И.В., Кондратюк В.А. Производство изделий из ДПК // *Деловой журнал по деревообработке*. 2008. № 4. С. 88–94.
4. Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.А. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 2. С. 26. Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12363>.
5. Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты / Пер. с англ. А. Чмеля. СПб: Научные основы и технологии, 2010. 736 с.
6. Walcott M.P., Englund K.A. A technology review of wood-plastic composites; 3 ed. N.Y.: Reihold Publ. Corp., 1999. 151 p.
7. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ / Под. ред. Р.Ф. Гроссмана / Пер. с англ. под ред. В.В. Гузеева. СПб: Научные основы и технологии, 2009. 608 с.
8. KICKELBICK G. Introduction to hybrid materials // Hybrid Materials: Synthesis, Characterization, and Applications / G. KICKELBICK (ed.). Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007. 498 p.
9. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниелс Ч. Поливинилхлорид / Пер. с англ. под ред. Г.Е. Заикова. СПб: Профессия, 2007. 728 с.
10. Kokta B.V., Maldas D., Daneault C., Bland P. Composites of polyvinyl chloride-wood fibers // *Polymer-plastics Technology Engineering*. 1990. V. 29, pp. 87–118.
11. Низамов Р.К. Поливинилхлоридные композиции строительного назначения с полифункциональными наполнителями. Дис. ... д-р техн. наук. Казань, 2007. 369 с.
12. Stavrov V.P., Spiglazov A.V., Sviridenok A.I. Rheological parameters of molding thermoplastic composites high-filled with wood particles // *International Journal of Applied Mechanics and Engineering*. 2007. Vol. 12. No. 2, pp. 527–536.
13. Бурнашев А.И. Высоконаполненные поливинилхлоридные строительные материалы на основе наномодифицированной древесной муки. Дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2011. 159 с.

**Список литературы**

1. Moroz P.A., Askadskiy A.A., Matseyevich T.A., Solovyova E.V., Askadskiy A.A. Use of secondary polymers for production of wood and polymeric composites. *Plasticheskie massy*. 2017. No. 9–10, pp. 56–61. (In Russian).
2. Matseyevich T.A., Askadskiy A.A. Mechanical properties of a terrace board on the basis of polyethylene, polypropylene and polyvinylchloride. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie*. 2017. Vol. 7. No. 3, pp. 48–59. (In Russian).
3. Abushenko A.V., Voskoboynikov I.V., Kondratyuk V.A. Production of products from WPC. *Delovoi zhurnal po derevoobrabotke*. 2008. No. 4, pp. 88–94. (In Russian).
4. Yershova O.V., Chuprova L.V., Mullina E.R., Mishurina O.A. Research dependence of properties the wood and polymeric composites from the chemical composition of a matrix. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014. No. 2, p. 26. <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12363>. (In Russian).
5. Klesov A.A. Drevesno-polimernye kompozity / per. s angl. A. Chmelya. [Wood and polymeric composites / translation from English A. Chmel.]. Saint Petersburg. Scientific bases and technologies. 2010. 736 p.
6. Walcott M.P., Englund K.A. A technology review of wood-plastic composites; 3ed. N.Y.: Reihold Publ. Corp. 1999. 151 p.
7. Under edition. R.F. Grossman; translation from English under the editorship of V.V. Guzeev. *Rukovodstvo po razrabotke kompozitsii na osnove PVKh*. [The guide to development of compositions on the basis of PVC]. Scientific bases and technologies. 2009. 608 p.
8. KICKELBICK G. Introduction to hybrid materials. Hybrid Materials: Synthesis, Characterization, and Applications / G. KICKELBICK (ed.). Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2007. 498 p.
9. Wilkie Ch., Summers J., Daniyels of H. Polivinilkhlorid / per. s angl. pod red. G.E. Zaikova. [The polyvinylchloride / translation from English under the editorship of G.E. Zaikov]. Saint Petersburg. Professiya. 2007. 728 p.
10. Kokta B.V., Maldas D., Daneault C., Bland P. Composites of polyvinyl chloride-wood fibers. *Polymer-plastics Technology Engineering*. 1990. Vol. 29, pp. 87–118.
11. Nizamov R.K. Polyvinylchloride compositions of construction appointment with multifunctional fillers. Diss. Doct. (Engineering). Kazan. 2007. 369 p. (In Russian).
12. Stavrov V.P., Spiglazov A.V., Sviridenok A.I. Rheological parameters of molding thermoplastic composites high-filled with wood particles. *International Journal of Applied Mechanics and Engineering*. 2007. Vol. 12. No. 2, pp. 527–536.
13. Burnashev A.I. The high-filled polyvinylchloride construction materials on the basis of the nano-modified wood flour. Diss. Cand. (Engineering). Kazan. 2011. 159 p. (In Russian).



14. Figovsky O., Borisov Yu., Beilin D. Nanostructured binder for acid-resisting building materials // *Scientific Israel – Technological Advantages*. 2012. Vol. 14. No. 1, pp. 7–12.
15. Hwang S.-W., Jung H.-H., Hyun S.-H., Ahn Y.-S. Effective preparation of crack-free silica aerogels via ambient drying // *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2007. Vol. 41, pp. 139–146.
16. Помогайло А.Д. Synthesis and intercalation chemistry of hybrid organo-inorganic nanocomposites // *Высокомолекулярные соединения*. 2006. Т. 48. № 7. С. 1317–1351.
17. Фиговский О.Л., Бейлин Д.А., Пономарев А.Н. Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах // *Нанотехнологии в строительстве*. 2012. № 3. С. 6–21.
18. Королев Е.В. Принцип реализации нанотехнологии в строительном материаловедении // *Строительные материалы*. 2013. № 6. С. 60–64.
19. Абушенко А.В. Древесно-полимерные композиты: слияние двух отраслей // *Мебельщик*. 2005. № 3. С. 32–36.
20. Абушенко А.В., Воскобойников И.В., Кондратюк В.А. Производство изделий из ДПК // *Деловой журнал по деревообработке*. 2008. № 4. С. 88–94.
21. Абушенко А.В. Экструзия древесно-полимерных композитов // *Мебельщик*. 2005. № 2. С. 20–25.
22. Шкуро А.Е., Глухих В.В., Мухин Н.М. и др. Влияние содержания сэвилена в полимерной матрице на свойства древесно-полимерных композитов // *Вестник Казанского технологического университета*. 2012. Т. 15. № 17. С. 92–95.
23. Матеевич Т.А., Аскадский А.А. Террасные доски: состав, изготовление, свойства. Часть 1. Механические свойства // *Строительные материалы*. 2018. № 1-2. С. 101–105.
24. Аскадский А.А., Матеевич Т.А., Попова М.Н. Вторичные полимерные материалы (механические и барьерные свойства, пластификация, смеси и нанокompозиты). М.: Издательство АСВ, 2017. 496 с.
25. Вторичная переработка пластмасс / Под ред. Ф. Ла Мантия / Пер. с англ. под ред. Г.Е. Заикова. СПб: Профессия, 2006. 400 с.
26. Заиков Г.Е. Достижения в области вторичного использования пластических масс // *Пластические массы*. 1985. № 5. С. 58–61.
14. Figovsky O., Borisov Yu., Beilin D. Nanostructured binder for acid-resisting building materials. *Scientific Israel – Technological Advantages*. 2012. Vol. 14. No. 1, pp. 7–12.
15. Hwang S.-W., Jung H.-H., Hyun S.-H., Ahn Y.-S. Effective preparation of crack-free silica aerogels via ambient drying. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2007. Vol. 41, pp. 139–146.
16. Pomogaylo A.D. Synthesis and intercalation chemistry of hybrid organo-inorganic nanocomposites. *Vysokomolekulyarnye soedineniya*. 2006. Vol. 48. No. 7, pp. 1317–1351.
17. Figovsky O.L., Beylin D.A., Ponomarev A.N. Progress of application of nanotechnologies in construction materials. *Nanotekhnologii v stroitel'stve*. 2012. No. 3, pp. 6–21. (In Russian).
18. Korolev E.V. The principle of realization of nanotechnology in construction materials science. *Stroitel'nye materialy*. 2013. No. 6, pp. 60–64. (In Russian).
19. Abushenko A.B. Wood and polymeric composites: merge of two branches. *Mebel'shchik*. 2005. No. 3, pp. 32–36. (In Russian).
20. Abushenko A.V., Voskoboynikov I.V., Kondratyuk V. A. Production of products from DPK. *Delovoi zhurnal po derevoobrabotke*. 2008. No. 4, pp. 88–94. (In Russian).
21. Abushenko A.V. Extrusion of wood and polymeric composites. *Mebel'shchik*. 2005. No. 2, pp. 20–25. (In Russian).
22. Shkuro A.E., Gluhikh V.V., Mukhin N.M., etc. Influence of maintenance of a sevilen in a polymeric matrix on properties of wood and polymeric composites. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2012. Vol. 15. No. 17, pp. 92–95. (In Russian).
23. Matseyevich T.A., Askadskiy A.A. Terrace boards: structure, production, properties. Part 1. Mechanical properties. *Stroitel'nye materialy* [Constructijn Materials]. 2018. No. 1–2, pp. 101–105. (In Russian).
24. Askadskiy A.A., Matseyevich T.A., Popova M.N. Vtorichnye polimernye materialy (mekhanicheskie i bar'ernye svoystva, plastifikacija, smesi i nanokompозиты) [Secondary polymeric materials (mechanical and barrier properties, plasticization, mixes and nanocomposites)]. Moscow: ASV. 2017. 496 p.
25. Vtorichnaja pererabotka plastmass / Pod red. F. La Mantija; per. s angl.; pod red. G.E. Zaikova. [Secondary processing of plastic / Under the editorship of F. La Mantia; the lane with English; under the editorship of G.E. Zaikov.]. Saint Petersburg: Professija, 2006. 400 p.
26. Zaikov G.E. Achievements in the field of recycling of plastics. *Plasticheskie massy*. 1985. No. 5, pp. 58–61. (In Russian).

НОВАЯ КНИГА



## Технология гипсовых отделочных материалов и изделий

Федулов А.А., М: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ». 2018, 240 с.

Низкие энергозатраты и материалоемкость оборудования, высокая производительность технологических линий и качество выпускаемой продукции позволили за последние годы значительно увеличить объем и номенклатуру производства гипсовых отделочных материалов и изделий в России. Это гипсокартонные, гипсоволокнистые и гипсофибровые листы, пазогребневые гипсовые плиты, перфорированные декоративно-акустические листы и плиты, литые декоративно-акустические плиты и сухие строительные смеси на основе гипса. В книге описано производство гипсовых отделочных материалов и изделий от добычи сырья до упаковки готовой продукции. Особое внимание автор уделяет подробному описанию технологических линий и отдельных единиц оборудования, установленных на передовых предприятиях гипсовой промышленности. В книге представлено большое количество иллюстраций всех технологических переделов, которые помогут глубже представить и понять технологические процессы производства того или иного изделия. Описание технологии каждого вида гипсовых изделий основывается на существующих производственных регламентах предприятий России, Германии и Дании, включая шахты, карьеры, которые автор посещал лично.

Книга предназначена студентам, изучающим производство строительных материалов и конструкций в качестве дополнительного материала по технологии современных гипсовых изделий, а также для инженеров-технологов заводов, производящих гипсовую продукцию в качестве справочного материала.

**Заказать литературу можно через редакцию, направив заявку произвольной формы по факсу: (499) 976-22-08, 976-20-36; e-mail: mail@rifsm.ru, или оформить заявку на сайте www.rifsm.ru**

УДК 691.327.332

Г.И. ГРИНФЕЛЬД<sup>1</sup>, инженер, исполнительный директор;  
 А.А. ВИШНЕВСКИЙ<sup>2</sup>, канд. техн. наук (vishnevskiy@teplit.ru);  
 А.С. СМЕРНОВА<sup>1</sup>, инженер, помощник исполнительного директора

<sup>1</sup> Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона (193091, г. Санкт-Петербург, Октябрьская наб., 40, литер А)  
<sup>2</sup> Уральский федеральный Университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19)

## Производство автоклавного газобетона в России в 2017 году

Показаны объемы производства автоклавного газобетона в России, прослежена динамика выпуска газобетона в период 2012–2017 гг. Дан анализ производственных мощностей для производства автоклавного газобетона по загруженности. Приведена структура выпуска изделий из автоклавного газобетона по типам (армированные, для каменной кладки), по маркам по средней плотности (от D200 до D800). Показано, что выпуск газобетона снизился меньше, чем выпуск других штучных материалов (на 2,2% в сравнении с 2016 г.), а доля газобетона на рынке стеновых материалов еще больше увеличилась. Проанализирована динамика отпускных цен, показаны предпосылки их незначительного роста в 2018 г. Сделан вывод, что объемы выпуска автоклавного газобетона сохраняют высокую корреляцию с объемами жилищного строительства, а также свою долю на рынке штучных материалов.

**Ключевые слова:** автоклавный газобетон, ячеистый бетон, статистика, объем производства, прогноз выпуска.

**Для цитирования:** Гринфельд Г.И., Вишневецкий А.А., Смирнова А.С. Производство автоклавного газобетона в России в 2017 году // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 62–64.

G.I. GRINFELD<sup>1</sup>, Engineer, Executive Director; A.A. VISHNEVSKY<sup>2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering) (vishnevskiy@teplit.ru);  
 A.S. SMIRNOVA<sup>1</sup>, Engineer, Assistant Executive Director  
<sup>1</sup> National Association of Autoclaved Aerated Concrete Producers (40A, Oktyabrskaya Embankment, Saint-Petersburg, 193091, Russian Federation)  
<sup>2</sup> Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (19, Mira Street, Yekaterinburg, 620002, Russian Federation)

### Production of Autoclaved Aerated Concrete in Russia in 2017

Volumes of the production of autoclaved aerated concrete in Russia are shown; the dynamics of production of aerated concrete in 2012–2017 is traced. The analysis of production capacities for producing the autoclaved aerated concrete by workload is presented. The structure of release of products made of autoclaved aerated concrete by types (reinforced, for stone masonry), by brands of average density (from D200 up to D800) is given. It is shown that the production of aerated concrete reduced less than the production of other piece materials (by 2.2% comparing with 2016), and the shear of aerated concrete at the market of wall materials increased even more. The analysis of the dynamics of output costs is made, their reduction and the subsequent stagnation in 2013–2018 are shown. It is concluded that the volumes of production of autoclaved aerated concrete retain a high correlation with the volumes of housing construction and their share at the market of piece materials.

**Keywords:** autoclaved aerated concrete, cellular concrete, statistics, production volume, output prediction.

**For citation:** Grinfeld G.I., Vishnevsky A.A., Smirnova A.S. Production of autoclaved aerated concrete in Russia in 2017. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 62–64. (In Russian).

Объем рынка стеновых штучных материалов снижается третий год подряд. Общий выпуск керамических, силикатных и бетонных (включая ячеисто-бетонные) кирпича, камней и блоков, по данным ФСГС, сократился более чем на 20%. При этом суммарное снижение объемов выпуска силикатных изделий приблизилось к 50%, керамических — к 35%, ячеисто-бетонных — осталось в пределах 10–15%. Доля изделий из автоклавного газобетона в общем объеме выпуска штучных материалов увеличилась с почти 40 до почти 50%.

Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона (НААГ) в течение шести последних лет проводит подробный анализ рынка АГБ [1, 2, 3, 4], выходя в своем исследовании далеко за рамки сведений, собираемых государственной статистикой. В отличие от подобных исследований, базирующихся на данных Росстата или экспертной оценке по общедоступным данным, НААГ анкетировает всех производителей АГБ и перепроверяет собранные данные перекрестным адресным опросом поставщиков сырья, оборудования и потребителей продукции предприятий отрасли. Благодаря этому достигается высокая достоверность результатов и точность сделанных на их основе выводов.

В данной статье представлены результаты исследования, проведенного НААГ в феврале 2018 г. по результатам 2017 г. Собранная информация традиционно представляется в виде ряда таблиц и кратких пояснений к их содержанию.

**Мощности по производству АГБ.** В настоящий момент в России производственными мощностями по выпуску АГБ располагают 76 предприятий (табл. 1). На десяти из них выпуск АГБ в 2017 г. не осуществлялся. Законсервированные мощности находятся в Кирове, Рязани,

Таблица 1

Установленные мощности российских производителей АГБ

| Производители АГБ | Количество заводов | Установленная мощность, тыс. м <sup>3</sup> |
|-------------------|--------------------|---|
| Действующие       | 66                 | 16 960,8                                    |
| Остановленные     | 10                 | 1 786,7                                     |
| Всего             | 76                 | 18 747,5                                    |

Таблица 2

Выпуск АГБ в 2012–2017 гг.

| Показатель                                   | Период |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   |
| Выпуск АГБ, тыс. м <sup>3</sup>              | 9 920  | 11 292 | 12 899 | 13 025 | 11 849 | 11 590 |
| Прирост в сравнении с предыдущим периодом, % |        | 13,8   | 14,2   | 1      | -9     | -2,2   |



Таблица 3

Загрузка производственных мощностей  
в период 2013–2017 гг.

| Технологические линии | Загрузка производственных мощностей по годам, % |      |      |      |      |
|-----------------------|---|------|------|------|------|
|                       | 2013  | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Импортные             | 82,5  | 88,4 | 81,3 | 70,2 | 71,8 |
| Отечественные         | 66,9  | 72,5 | 61,9 | 47,1 | 42,6 |
| Все                   | 79,1  | 85   | 77,9 | 66,3 | 67,1 |

Таблица 5

Прайсовая цена на АГБ в феврале 2018 г.

| Федеральный округ    | Цена на АГБ, р./м <sup>3</sup> |              |         |
|----------------------|--------------------------------|--------------|---------|
|                      | Минимальная                    | Максимальная | Средняя |
| Уральский            | 2 734                          | 3 350        | 3 007   |
| Приволжский          | 2 800                          | 3 500        | 3 082   |
| Центральный          | 2 550                          | 4 750        | 3 218   |
| Южный                | 3 100                          | 4 300        | 3 357   |
| Северо-Западный      | 2 320                          | 3 950        | 3 518   |
| Сибирский            | 2 700                          | 4 500        | 4 300   |
| Дальневосточный      | 4 285                          | 5 500        | 4 689   |
| Российская Федерация | 2 320                          | 5 500        | 3 313   |

Твери, а также в Челябинской, Новосибирской, Московской областях, в Дагестане, Мордовии и на Алтае.

**Выпуск АГБ.** Общий выпуск АГБ в 2017 г. составил 11 590 тыс. м<sup>3</sup>. В сравнении с 2016 г. выпуск снизился на 2,2 % (табл. 2). Снижение выпуска произошло на 31 из 66 предприятий. Уменьшение объемов производства АГБ фиксируется уже второй год подряд. При этом следует отметить, что темпы уменьшения снизились.

**Загрузка производственных мощностей.** В 2017 г. средняя загрузка производственных мощностей действующих предприятий составила 67,1%, что чуть выше показателя 2016 г. (табл. 3). При этом загрузка импортных линий (сравнительно новых, с большей производительностью) увеличилась на 1,6%, тогда как загрузка мощностей отечественного производства (сравнительно старых, малой производительности) сократилась на 4,5%.

**Выпуск армированных изделий.** Общий выпуск армированных изделий из АГБ за 2017 г. составил 57 тыс. м<sup>3</sup>, что выше показателя предыдущего года на 22%. Производство армированных изделий в 2017 г. велось на 11 предприятиях. Как и прежде, основной позицией

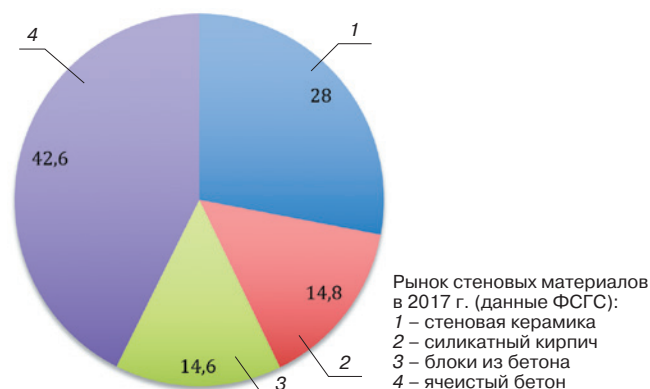


Таблица 4

Доля определенных марок в общем выпуске АГБ

| Период | Доля от общего объема выпущенного АГБ, % |      |       |       |       |      |      |
|--------|--|------|-------|-------|-------|------|------|
|        | D200                                     | D300 | D400  | D500  | D600  | D700 | D800 |
| 2013   | 0,03                                     | 0,49 | 8,81  | 63,68 | 25,79 | 1,12 | 0,09 |
| 2014   | –  | 0,45 | 8,07  | 67,08 | 23,14 | 1,21 | 0,05 |
| 2015   | 0,02                                     | 0,35 | 10,14 | 65,8  | 22,33 | 1,35 | 0,01 |
| 2016   | 0,01                                     | 0,4  | 10,42 | 66,27 | 21,9  | 0,99 | 0    |
| 2017   | 0,01                                     | 0,4  | 10    | 67,7  | 20,83 | 1,04 | 0,02 |

Таблица 6

Выпуск мелкоштучных стеновых материалов  
в 2016–2017 гг.

| Материал          | Выпуск, млн усл. кирп. |        | 2017/2016, % |
|-------------------|------------------------|--------|--------------|
|                   | 2016                   | 2017   |              |
| Стеновая керамика | 5 996                  | 5 613  | 93,6         |
| Силикатный кирпич | 3 195                  | 2 974  | 93,1         |
| Блоки из бетона   | 3 195                  | 2 930  | 91,7         |
| Ячеистый бетон    | 8 922                  | 8 535  | 95,7         |
| Всего             | 21 308                 | 20 052 | 94,1         |

в номенклатуре армированных изделий являются перемычки (58% от общего объема армированных изделий).

**Плотность выпускаемого АГБ.** В 2017 г. изделия из АГБ выпускались в диапазоне плотностей 200–800 кг/м<sup>3</sup> (табл. 4). Наиболее массовой маркой, как и прежде, остается D500 – на долю данной продукции приходится 67,7% от общего выпуска АГБ. В сравнении с предыдущим годом распределение плотностей практически не изменилось: доля продукции с маркой D500 чуть повысилась, а с маркой D600 – незначительно снизилась. Остальные показатели остались на уровне прошлого года.

В целом же по стране средняя плотность газобетона еще чуть снизилась и составила 512,1 кг/м<sup>3</sup>. При этом следует констатировать замедление темпов снижения плотности. Если в предыдущие пять лет данный показатель снижался на 1,5–2 кг/м<sup>3</sup> в год, то в 2017 г. усредненная плотность всей выпущенной продукции снизилась лишь на 0,5 кг/м<sup>3</sup>.

**Цена на АГБ.** Средняя цена на автоклавный газобетон (по прайс-листам, без учета скидок, акций и фактических цен по долгосрочным договорам поставки) среди российских производителей в феврале 2018 г. составила 3313 р./м<sup>3</sup>. Максимальное предложение зафиксировано на Дальнем Востоке – 5500 р./м<sup>3</sup>. Минимальная цена отмечена в Новгородской области – 2 320 р./м<sup>3</sup> (табл. 5). В сравнении с аналогичным периодом прошлого года цена на АГБ увеличилась на 5,3%.

**Ожидания на 2018 г.** В наступившем 2018 г. производители ждут увеличения объемов производства. Согласно плану, озвученным в январе–феврале 2018 г., годовой выпуск АГБ в текущем году превысит 12,3 млн м<sup>3</sup>. Позитивного прогноза придерживается 51 из 66 производителей. Если озвученные планы будут реализованы, производство газобетона в 2018 г. превысит аналогичный показатель 2017 г. на 6,8%. Следует отметить, что планы производителей стали осторожнее – в начале 2017 г. озвученные планы предполагали рост производства на 12% (вместо которого произошел спад на 2,2%).

**Автоклавный газобетон на рынке стеновых материалов.** Приведенные данные по выпуску АГБ в 2017 г. принципиально согласуются с данными официальной статистики. Согласно информации ФСГС производство АГБ в отчетном периоде составило 8,5 млрд усл. кирпича, что на 4,3% ниже показателя 2016 г. (табл. 6).

Для сравнения, темпы снижения производства силикатного кирпича – 6,9%, керамического кирпича – 6,4%. Ячеистый бетон остается основным стеновым материалом на строительном рынке РФ (см. рисунок).

**Заключение.** В условиях снижения объемов строительства производства автоклавного газобетона остается достаточно стабильным. Рост доли автоклавных ячеисто-бетонных изделий в сегменте материалов для каменной кладки устойчиво продолжается последние 20 лет. Вместе с тем снижение емкости рынка стеновых материалов привело к стабилизации загрузки производственных мощностей на низком уровне, длительной стагнации отпускных цен и, как следствие, уменьшению доходности производства. Прогноз на 2018 г. следует увязать с общими объемами строительства: удельное потребление газобетона в строительстве составляет в среднем по России около 0,14 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> и последние несколько лет очень незначительно колеблется. Поэтому динамика производства газобетона в 2018 г. будет зависеть от динамики строительства.

**Список литературы**

1. Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Куликова Н.О. Анализ рынка автоклавного газобетона России // *Строительные материалы*. 2013. № 7. С. 40–44.

2. Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Производство автоклавного газобетона в России // *Строительные материалы*. 2015. № 6. С. 52–54.  
 3. Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Производство автоклавного газобетона. Итоги 2015 года, прогноз на 2016 год // *Строительные материалы*. 2016. № 5. С. 4–8.  
 4. Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Производство автоклавного газобетона. Итоги 2016 года // *Строительные материалы*. 2017. № 3. С. 49–51.

**References**

1. Vishnevsky A.A., Grinfeld G.I., Kulikova N.O. Analysis of Autoclaved Aerated Concrete Market of Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 7, pp. 40–44. (In Russian).  
 2. Vishnevsky A.A., Grinfeld G.I., Smirnova A.S. Production of Autoclaved Aerated Concrete in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 6, pp. 52–54. (In Russian).  
 3. Vishnevsky A.A., Grinfeld G.I., Smirnova A.S. Manufacture of Autoclaved Aerocrete. Results of 2015. Forecast for 2016. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 5, pp. 4–8. (In Russian).  
 4. Vishnevsky A.A., Grinfeld G.I., Smirnova A.S. Russian Market of Autoclave Gas Concrete. Results of 2016. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 5, pp. 49–51. (In Russian).

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ  
 МИНСК  
 МОГИЛЕВ  
 29–31 мая  
**2018**

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ:  
 Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Белорусский Союз Строителей, ГП «Институт НИИСМ», РУП «Институт БелНИИС», ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.», проектное предприятие «ТНКА-Архитек» (Беларусь).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ:

**10** <sup>я</sup> ЮБИЛЕЙНАЯ  
 Международная научно-практическая конференция

**ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**

ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ, СООБЩЕНИЙ, ДИСКУССИЙ

- ▶ Тенденции и особенности технического перевооружения и модернизации предприятий по производству автоклавного ячеистого бетона с внедрением эффективного оборудования и технологий.
- ▶ Обеспечение высокого качества и оптимальных параметров ячеистобетонных изделий в процессе производства, транспортировки, применения и эксплуатации готовых зданий и сооружений.
- ▶ Оптимизация производств, импортозамещение, улучшение эксплуатационных характеристик для поддержания конкурентоспособности материала на рынке.
- ▶ Опыт производства и применения конструкционно-теплоизоляционных изделий из ячеистого бетона сниженной плотности.
- ▶ Опыт проектирования и возведения энергоэффективных жилых домов с комплексным применением ячеистого бетона.
- ▶ Использование армированных и укрупненных ячеистобетонных изделий для полносборного строительства.
- ▶ Прогрессивные строительные системы.

ОРГКОМИТЕТ  
 220034, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Чапаева, 3, пом. 4/3  
 Тел. (+375 17) 336 00 46, (+375 29) 632 55 98, 336 09 62  
 E-mail: info@architec.by

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР И ТЕХНИЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

ПРИНИМАЮТСЯ ЗАЯВКИ НА ПРОВЕДЕНИЕ ДОКЛАДОВ И ПРЕЗЕНТАЦИЙ.

[www.architec.by](http://www.architec.by)



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

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

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

## Исследование и разработка генератора импульсных токов (ГИТ) для устройства буровых свай

Разрядно-импульсная технология устройства буроинъекционных свай открывает новое направление в геотехническом строительстве. Благодаря ее специфическим качествам она является оригинальной. В отличие от других технологий она позволяет изготовить буроинъекционные сваи повышенной несущей способности. Оригинальность этой технологии заключается в использовании генераторов импульсных токов для создания электрогидравлического эффекта в пробуренной и заполненной мелкозернистым бетоном скважине. Технология устройства буровых свай с помощью генератора импульсных токов способствует повышению надежности и электробезопасности путем уменьшения рабочего напряжения. При формировании высокоэнергетического импульса создаются условия, при которых образуется и развивается ударная волна в виде электрогидравлического эффекта в среде мелкозернистого бетона на грунт стенок буровой скважины. Генератор импульсных токов и высоковольтный разрядник являются единой конструкцией. При этом ГИТ является накопителем электрической энергии, а разрядник разгружает эту энергию в виде электрогидравлического эффекта. Тем самым создается свая ЭРТ с повышенными значениями несущей способности по грунту. ГИТ широко используется в геотехнической практике при новом строительстве и реконструкции. Являясь уникальным инструментом при устройстве свай ЭРТ и цементации оснований, генератор импульсных токов имеет широкое практическое значение в строительстве.

**Ключевые слова:** батарея конденсаторов, рабочее напряжение, коаксиальный кабель КВИМ, шаговое напряжение, ГИТ, буровая свая, разрядно-импульсная технология (РИТ), многоместные уширения.

**Для цитирования:** Соколов Н.С. Исследование и разработка генератора импульсных токов (ГИТ) для устройства буровых свай // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 65–69.

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

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

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

### Research and Development of Pulse Current Generator (PCG) for Installation of Bored Piles

The impulse-discharge technology of installation of bored-injection piles opens a new direction in geotechnical construction. Due to its specific qualities, it is an original technology. Unlike other technologies, it makes it possible to install bored-injection piles with an increased bearing capacity. The originality of this technology is the use of pulse current generators to create an electro-hydraulic effect in a borehole drilled and filled with fine-grained concrete. The technology of bored piles with the help of a pulse generator improves reliability and electrical safety by reducing the operating voltage. While forming a high-energy pulse, conditions are created under which a shock wave is formed and developed in the form of an electrohydraulic effect in a medium of fine-grained concrete on the ground of the walls of a borehole. The generator of pulse current and high-voltage discharger are a uniform construction. At the same time, PCG is an electric energy storage device, and the discharger discharges this energy in the form of an electrohydraulic effect. This creates a pile-ERT with increased values of the bearing capacity on the ground. PCG is widely used in geotechnical practice for new construction and reconstruction. Being a unique tool for the installation of piles-ERT and cementation of bases, the generator of impulse currents has a wide practical significance in construction.

**Keywords:** capacitor bank, working voltage, coaxial cable КВИМ, step voltage, PCG, bored pile, impulse-discharge technology (IDT), multi-site broadenings.

**For citation:** Sokolov N.S. Research and development of pulse current generator (PCG) for installation of bored piles. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 65–69. (In Russian).

Проблема повышения несущей способности буроинъекционных и буронабивных свай  $F_d$  является в настоящее время весьма актуальной проблемой в области геотехнического строительства. Особенно она злободневна при строительстве в стесненных и особо стесненных условиях, а также для случаев оснований, сложенных проблематичными грунтами. Одним из направлений увеличения несущей способности свай по грунту  $F_d$  является создание уширений (подпятников) вдоль ствола сваи с конкретным шагом или в зависимости от напластования инженерно-геологических элементов (ИГЭ) основания, а также на уровне пяты буроинъекционной или буронабивной сваи. Для достижения этой цели наиболее приемлемой оказывается разрядно-импульсная технология устройства буроинъекционных свай (сваи ЭРТ) [1].

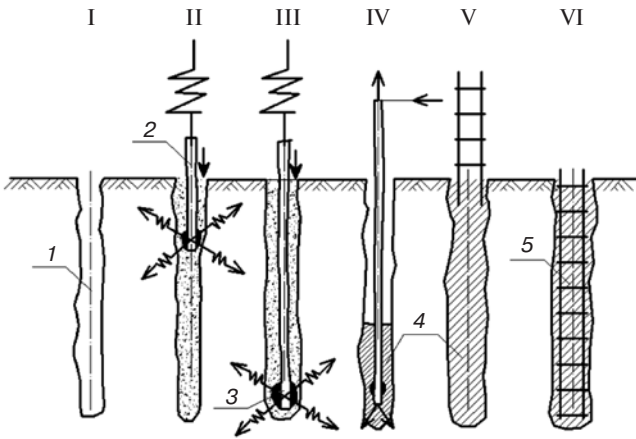
Для осуществления вышеприведенного алгоритма устройства свай ЭРТ необходимы технологические устройства для создания уширений в теле бетона, заполняющего буровую скважину. Этой конструкцией является генератор импульсных токов. Энергия, образова-

ная в нем, перемещается через коаксиальный кабель в заполненную бетоном скважину в виде электрогидравлического удара.

Следует отметить, что при использовании генератора импульсных токов часты случаи поражения шаговым напряжением обслуживающего персонала. Это зависит от внешних условий протекания для электрического тока в грунте, например сопротивления грунта, уровня рабочего электрического напряжения и др. При случайном (аварийном) замыкании высоковольтного кабеля возможно физическое (световое, дуговое, электрическое и электродинамическое) воздействие.

Вышеперечисленное ведет к снижению эксплуатационной надежности работы генератора импульсных токов. При аварийном замыкании возможен выход из строя всей установки в целом.

В технологии ЭРТ выполнение обслуживающим персоналом разрядно-импульсной установки (РИУ) условий техники безопасности является обязательным. При этом дополнительные защитные мероприятия и средства по технике безопасности усложняют и удоро-

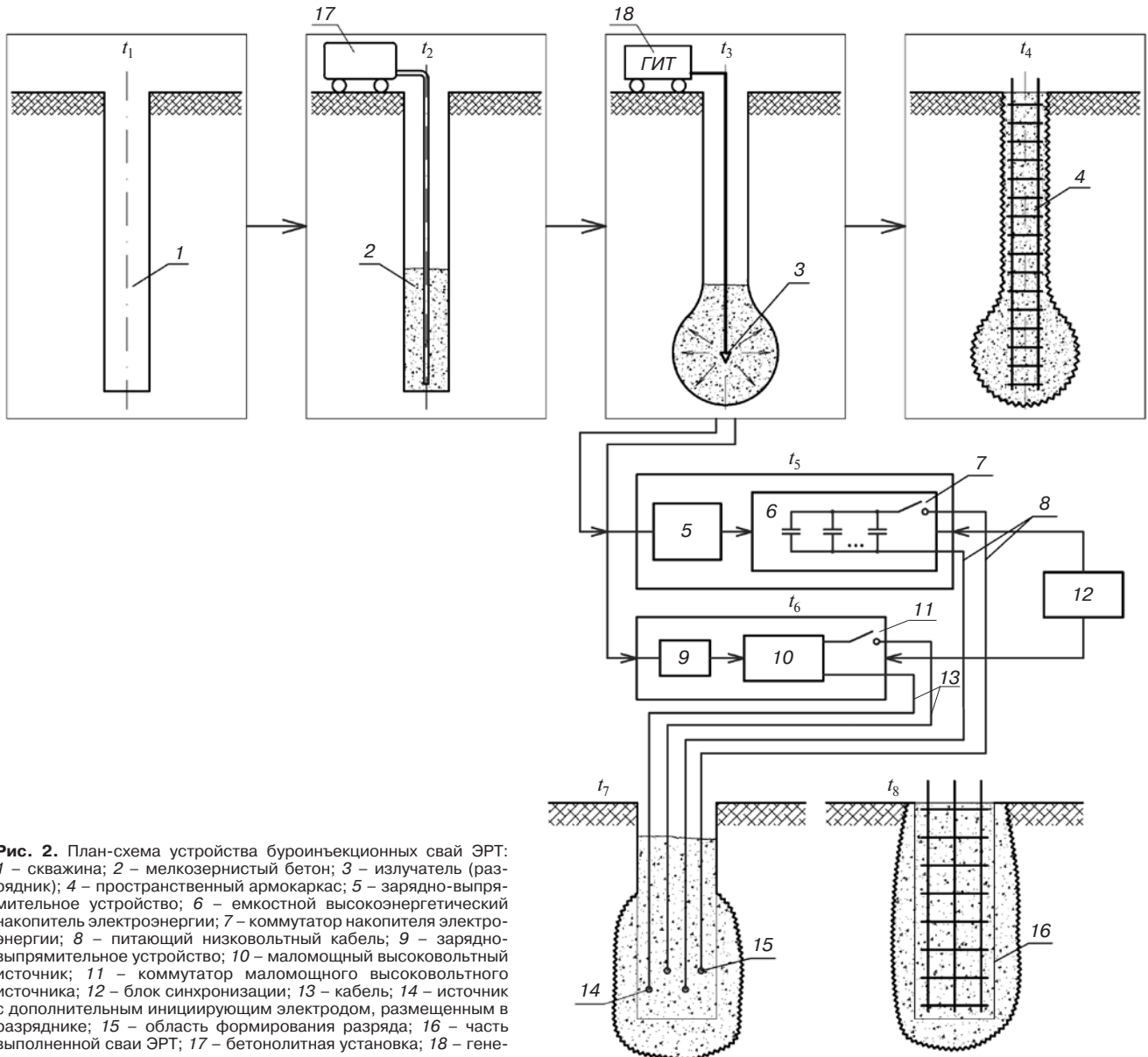


**Рис. 1.** Технологическая схема устройства свай ЭРТ (разрядно-импульсная технология): I – устройство лидерной скважины; II, III – расширение скважины ЭРТ обработкой; IV – замещение рабочей жидкости бетонной смесью и активация ее по ЭРТ; V, VI – погружение арматурного каркаса в бетонную смесь; 1 – скважина, заполненная рабочей жидкостью; 2 – заливочная штанга; 3 – электрический излучатель; 4 – бетонная смесь; 5 – арматурный каркас

жают технологию изготовления свай ЭРТ. Они недостаточно эффективны и не могут обеспечить на 100% безопасность обслуживающего персонала при работе. Это особенно актуально при эксплуатации установки в полевых условиях: во время работы под дождем, снегом, а также при мокром грунте.

Особенно важно, что при изготовлении буроинъекционных свай ЭРТ должно быть уделено повышенное внимание надежности технологии и электробезопасности посредством уменьшения рабочего электрического напряжения. При формировании высокоэнергетического электрического импульса необходимо создать такие условия, при которых возникнет электрогидравлический удар.

Изготовление буроинъекционной сваи ЭРТ является многоэтапным процессом (рис. 1): 1) бурение скважины; 2) подача в нее мелкозернистого бетона; 3) формирование высоковольтных электрических импульсов для возбуждения в твердеющем материале электрических разрядов с помощью перемещаемого в нем разрядника; 4) возникновение высокоэнергетических импульсов низкого напряжения; 5) с формированием каждого высокоэнергетического импульса низкого напряжения



**Рис. 2.** План-схема устройства буроинъекционных свай ЭРТ: 1 – скважина; 2 – мелкозернистый бетон; 3 – излучатель (разрядник); 4 – пространственный армокаркас; 5 – зарядно-выпрямительное устройство; 6 – емкостной высокоэнергетический накопитель электроэнергии; 7 – коммутатор накопителя электроэнергии; 8 – питающий низковольтный кабель; 9 – зарядно-выпрямительное устройство; 10 – маломощный высоковольтный источник; 11 – коммутатор маломощного высоковольтного источника; 12 – блок синхронизации; 13 – кабель; 14 – источник с дополнительным инициирующим электродом, размещенным в разряднике; 15 – область формирования разряда; 16 – часть выполненной сваи ЭРТ; 17 – бетонолитная установка; 18 – генератор импульсных токов



Таблица 1

Параметры объема и массы накопителя в зависимости от величины зарядного (рабочего) напряжения для импульсного конденсатора К41И7

|  |      |      |      |     |     |
|--|------|------|------|-----|-----|
| Рабочее напряжение накопителя, кВ  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,8 | 1   |
| Количество конденсаторов К41И7 в накопителе, шт.                           | 4444 | 2500 | 1600 | 675 | 400 |
| Объем накопителя при использовании конденсаторов К41И7, м <sup>3</sup>     | 37,8 | 21,3 | 13,6 | 5,1 | 3,4 |
| Вес накопителя при использовании конденсаторов К41И7, К103, кг             | 66,7 | 37,5 | 24   | 9,4 | 6   |
| Объем накопителя при использовании конденсаторов К75-40С, м <sup>3</sup>   | 6,2  | 3,5  | 2,2  | 0,9 | 0,6 |
| Вес накопителя при использовании конденсаторов К75-40С, кг·10 <sup>3</sup> | 10,4 | 5,9  | 3,8  | 1,5 | 1   |

Таблица 2

Влияние выбранных параметров выполнения способа устройства буринъекционных свай ЭРТ на несущую способность  $F_d$  по грунту

| Параметры способа   | № примера           |                     |                    |                     |
|---|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|   | 1                   | 2                   | 3                  | 4                   |
| Низкое напряжение накопителя электроимпульсной установки, В | 500                 | 700                 | 850                | 1000                |
| Энергия накопителя электроимпульсной установки, кДж         | 20                  | 25                  | 30                 | 35                  |
| Высокое напряжение поджигающего импульса, кВ                | 15                  | 20                  | 10                 | 7                   |
| Энергия поджигающего устройства, Дж                         | 1100                | 2000                | 500                | 245                 |
| Длительность поджигающего импульса, с                       | 20·10 <sup>-6</sup> | 14·10 <sup>-6</sup> | 5·10 <sup>-6</sup> | 20·10 <sup>-6</sup> |
| Несущая способность сваи, кН                                | 850                 | 900                 | 950                | 1020                |

создаются дополнительные маломощные импульсы высокого напряжения для инициирования электрического разряда в перемещаемом разряднике. С целью обеспечения оптимальных условий изготовления буринъекционной сваи с высокими значениями несущей способности создаются электрические импульсы свыше 20 кДж напряжением 500–1000 В, а дополнительные маломощные импульсы – с напряжением 5–15 кВ и энергией 200–2000 Дж длительностью (5–20)10<sup>-6</sup> с.

Технология устройства буринъекционных свай ЭРТ поясняется алгоритмом, приведенным на рис. 2, где  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_8$  – стадии изготовления заглубленной конструкции. Блок синхронизации 12 выполнен для одновременного реагирования последовательно соединенных через него позиций 7 и 11. Далее с помощью буровых станков производится проходка скважины 1 рассматриваемого диаметра (стадия  $t_1$ ). При достижении устья скважины забурник извлекается из скважины 1, часть ее заполняется мелкозернистым бетоном 2 (стадия  $t_2$ ). Погружается в скважину 1 пространственный армокаркас 4. Разрядное устройство 3 с питающим низковольтным кабелем 8 подсоединено к емкостному низковольтному накопителю энергии 6 (стадия  $t_3$ ).

Зарядно-выпрямительное устройство 5 заряжает накопитель электрической энергии 6, например емкостью 20–50 кДж до низкого напряжения порядка до 1000 В (стадия  $t_4$ ). Параллельно производится зарядка поджигающего устройства 10 емкостью порядка 200–2000 Дж до напряжения 5–15 кВ с его же помощью 9 (стадия  $t_5$ ). Далее подается серия синхронизированных при помощи блока синхронизации 12 высокоэнергетических низковольтных импульсов от накопителя 6, а также маломощных высоковольтных импульсов от источника 10 через кабели 8 и 13 коммутаторы 7 и 11 на разрядник 3 и дополнительный инициирующий электрод 14. Возникает серия низковольтных разрядов основного емкостного накопителя энергии 6 в результате пробоя при помощи образованного инициирующего разряда в области формирования разряда 15.

Такая технологическая последовательность провоцирует возникновение электрогидравлических ударов. Сформировавшаяся ударная волна воздействует на мелкозернистый бетон 2 и грунт стенок скважины 1, увеличивая тем самым ее поперечное сечение, а также уплотняя мелкозернистый бетон и формируя часть сваи 16.

При подаче импульса низкого напряжения на разрядное устройство 14 не возникает электрического пробоя, вследствие того что величины напряжений не обеспечивают электрического зазора для пробоя даже при наличии квазипроводящей среды между электродами разрядника. Поэтому в зону электрического разряда для обеспечения этого эффекта подают инициирующий импульс высокого напряжения 5–15 кВ от дополнительного поджигающего устройства энергией, равной 200–2000 Дж, длительностью (5–20)·10<sup>-6</sup> с синхронно с высокоэнергетическим, выше 20 кДж, импульсом низкого напряжения. Выбор оптимальных параметров напряжения электрического поджига, величины энергии и длительности поджигающего импульса осуществляется опытным путем из условий необходимости изготовления сваи с высокими значениями несущей способности и прочности мелкозернистого бетона ствола, а также безопасности процесса изготовления сваи для обслуживающего технического персонала и оптимального использования существующего электрического оборудования.

С точки зрения выделения энергии при электрогидравлическом эффекте зазор между электродами должен быть порядка 10–20 мм по поверхности диэлектрика (ГОСТ 5686–2012 «Методы полевых испытаний сваями», Приказ Минэнерго РФ № 6 от 13.01.2003 «Правила техники безопасности и технической эксплуатации электрооборудования» Минюст РФ № 4145) [2, 3]. Следует обратить внимание на то, что при низком электрическом напряжении величиной до 1000 В в этом промежутке разряда не образуется [1].

Электрическое напряжение до 1000 В (1 кВ) обусловлено граничным значением с точки зрения техники безопасности, так как считается, что высокое напряже-

Таблица 3

Зависимость отношения расчетных сопротивлений  $R$  к расчетному сопротивлению  $f$  по боковой поверхности для различных значений показателей текучести  $I_L$

| $h, \text{ м}$ | $I_L = 0,2$      |                  |       | $I_L = 0,3$      |                  |       | $I_L = 0,4$      |                  |       | $I_L = 0,5$      |                  |       | $I_L = 0,6$      |                  |       |
|----------------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|
|                | $R, \text{ КПа}$ | $f, \text{ КПа}$ | $R/f$ | $R, \text{ КПа}$ | $f, \text{ КПа}$ | $R/f$ | $R, \text{ КПа}$ | $f, \text{ КПа}$ | $R/f$ | $R, \text{ КПа}$ | $f, \text{ КПа}$ | $R/f$ | $R, \text{ КПа}$ | $f, \text{ КПа}$ | $R/f$ |
| 3              | 650              | 48               | 13,5  | 500              | 35               | 14,2  | 400              | 25               | 16    | 300              | 20               | 15    | 250              | 14               | 17,9  |
| 5              | 750              | 56               | 13,7  | 650              | 40               | 16,3  | 500              | 29               | 17,2  | 400              | 24               | 16,7  | 350              | 17               | 20,6  |
| 7              | 850              | 60               | 14,2  | 750              | 43               | 17,4  | 600              | 32               | 18,8  | 500              | 25               | 20    | 450              | 19               | 23,7  |
| 10             | 1050             | 65               | 16,2  | 950              | 46               | 20,7  | 800              | 34               | 23,5  | 700              | 27               | 25,9  | 600              | 19               | 31,6  |
| 12             | 1250             | 68               | 18,4  | 1100             | 48               | 22,9  | 950              | 36               | 26,4  | 800              | 28               | 28,6  | 700              | 19               | 36,5  |
| 15             | 1500             | 72               | 20,8  | 1300             | 51               | 25,5  | 1100             | 38               | 28,9  | 1000             | 28               | 35,7  | 800              | 20               | 40    |
| 18             | 1700             | 76               | 22,4  | 1500             | 53               | 28,3  | 1300             | 40               | 32,5  | 1150             | 29               | 39,7  | 950              | 20               | 47,5  |
| 20             | 1900             | 79               | 24,1  | 1650             | 56               | 29,5  | 1450             | 41               | 25,4  | 1250             | 30               | 41,7  | 1050             | 20               | 52,5  |
| 30             | 2600             | 81               | 32    | 2300             | 61               | 37,7  | 2000             | 44               | 44    | –                | –                | –     | –                | –                | –     |
| $\geq 40$      | 3500             | 93               | 37,6  | 3000             | 66               | 45,4  | 2500             | 47               | 53,2  | –                | –                | –     | –                | –                | –     |

**Примечание:**  $h$  – глубина расположения рассматриваемого слоя;  $I_L$  – показатель текучести;  $R$  – расчетное сопротивление грунта под уширением;  $f$  – расчетное сопротивление по боковой поверхности.

ние – это величина напряжения свыше 1000 В (1 кВ) [4]. Наиболее оптимальным нижним порогом низкого напряжения является его величина, равная 500 В (выбирается исходя из малогабаритных характеристик накопителя). Следует отметить, что при дальнейшем снижении величины напряжения резко возрастают габариты и вес накопителя [5].

В табл. 1 приведены параметры объема и массы накопителя в зависимости от величины зарядного (рабочего) напряжения для импульсного конденсатора К41И 7 (напряжение 5 кВ; емкость 100 мкФ; габариты  $A \times B \times H = 170 \times 122 \times 410$  мм; объем  $V = 0,0014$  м<sup>3</sup>; масса  $m = 15$  кг) при условии накопления электрической энергии накопителем 20 кДж.

Таким образом, наиболее оптимальным является напряжение в интервале 500–1000 В.

В то же время высокое напряжение поджигающего импульса также безопасно, так как энергия его, равная 200–2000 Дж, мала, импульс кратковременный и, следовательно, мало и количество электричества [5].

Влияние выбранных параметров выполнения способа на такую характеристику свай, как ее несущая способность  $F_d$  по грунту, приведено в табл. 2. Производились статические испытания свай длиной 12 м, изготовленной из мелкозернистого бетона. Вмещающими грунтами в пределах длины свай служат четвертичные аллювиальные отложения, представленные песками мелкими и пылеватыми с прослоями суглинков и глин. Грунтами активной сжимаемой толщи под острием свай являются пески мелкие и средней крупности. При этом несущая способность полученных свай определялась по существующим методикам в соответствии с ГОСТ 5686–2012. Из табл. 2 следует, что свай, полученные заявленным способом, обладают высокой несущей способностью, вместе с тем условия техники безопасности существенно улучшены.

Электроразрядная технология устройства буроинъекционных свай ЭРТ дает возможность при относительно небольших затратах получить положительные результаты, существенно улучшить условия техники безопасности при устройстве буроинъекционных буронабивных свай, грунтовых анкеров, цементаций оснований и т. д.

Ниже приводится один из примеров использования ГИТ для расчета несущей способности буроинъекционной свай ЭРТ по грунту.

Свай с множественными уширениями (СМУ) применяются давно. Опыт использования таких свай есть в Индии, ФРГ, Великобритании, Японии, СССР, России. Конструкция такой свай представляет собой буровую сваю с уширением на пяте. Выше этого уширения в зависимости от типа геолого-технических условий и требуемой несущей способности свай выполняются дополнительные уширения.

Практика изготовления таких свай показала их высокую эффективность [6–9]. Несущая способность свай ЭРТ с одним уширением в 2–2,5 раза, а с двумя – в 3–3,5 раза выше, чем у свай, выполненных без уширений.

Свай ЭРТ с множественными уширениями при нагружении работают следующим образом. На начальном этапе нагружения в работу вступает верхнее уширение. По мере увеличения внешней нагрузки постепенно включаются нижележащие уширения, при этом каждое уширение выполняет функцию дополнительной опоры. Несущие свойства грунтов при опирании на них значительно выше свойств этих же грунтов при трении о них боковой поверхности свай. Это подтверждается анализом формул расчета несущей способности указанных свай.

Расчет несущей способности свай без уширения производится по формуле 7.11 СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03–85» (с Изменением № 1):

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \sum_{i=1}^n (\gamma_{cf} f_i h_i)), \quad (1)$$

где первое слагаемое  $\gamma_{cR} R A$  представляет собой несущую способность буроинъекционной свай под ее нижним концом, а второе –  $u \sum_{i=1}^n (\gamma_{cf} f_i h_i)$  несущую способность по боковой поверхности.

Несущую способность свай с множественными уширениями следует определять по формуле 2 СП 24.13330.2011:

$$F_d = \gamma_c \left[ \gamma_{cR} R A + (\gamma_{cR} \sum R_{i,бок} A_{i,бок} + u \sum_{i=1}^n \gamma_{cf} f_i h_i) \right]. \quad (2)$$

Автор в течение длительного времени занимается проектированием и устройством свай ЭРТ. Им было показано, что свай ЭРТ с множественными уширениями (СМУ) обладают повышенной несущей способностью по сравнению со сваями без уширений [10–14].



Опрессовка стенок скважины по технологии ЭРТ производится с помощью камуфлетных уширений СП 24.13330.2011. Это буроинъекционные сваи, устраиваемые с использованием разрядно-импульсной технологии (сваи ЭРТ). У этих свай повышенные значения  $\gamma_{cR}$  и  $\gamma_{cf}$ , а именно  $\gamma_{cR} = 1,3$ , а  $\gamma_{cf} = 1,1-1,3$  благодаря восстановительной способности структуры грунта стенок скважин, а в большинстве случаев – уплотнению его сверх природных величин.

Тем самым увеличение несущей способности под нижним концом свай ЭРТ составляет в 1,3 раза, а по боковой поверхности – в 2,2–2,6 раза.

При определении несущей способности  $F_d$  по формуле 7.11 СП 24.13330.2011 значения расчетных сопротивлений  $R$  и  $f$  определяются по таблицам 7.3 и 7.8 СП 24.13330.2011. В табл. 7.3 СП 24.13330.2011 приведены значения  $f$  для различных значений  $I_L$ , а в табл. 7.8 СП 24.13330.2011 – то же для  $R$ . Для наглядности величины  $R/f = f(h)$  для различных значений  $I_L$  приведены ниже в табл. 3.

**Выводы.** Разработанный генератор импульсных токов (ГИТ) имеет широкое практическое значение. ГИТ, являясь накопителем высокой, до 100 кДж, электрической энергии посредством разрядного устройства разгружаясь в заполненную мелкозернистым бетоном скважину, за счет возникшего электрогидравлического удара (ЭГУ), создает предпосылки для создания свай ЭРТ повышенной несущей способности. При этом многократное использование ЭГУ вдоль ствола свай создает условия к существенному, до 3,5 раз, увеличению  $F_d$ .

#### Список литературы

1. Патент РФ № 2250957. *Способ изготовления набивной сваи* / Соколов Н.С., Таврин В.Ю., Абрамушкин В.А. Заявл. 14.07.2003. Опубл. 27.04.2005. Бюл. № 12.
2. Гайдук В.Н., Шмигель В.Н. Практикум по электро-технологии. М.: Агропромиздат, 1989. 175 с.
3. Куженин И.П. Испытательные установки и измерения на высоком напряжении. М.: Энергия, 1980. 135 с.
4. Разевич Д.В. Техника безопасности. М.: Энергия, 1976. 488 с.
5. Фрюнгель Ф. Импульсная техника. Генерирование и применение разрядов, конденсаторов. М.; Л.: Энергия, 1965. 488 с.
6. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Об ошибочном способе устройства буроинъекционных свай с использованием электроразрядной технологии // *Жилищное строительство*. 2016. № 11. С. 20–29.
7. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ // *Строительные материалы*. 2017. № 5. С. 16–19.
8. Соколов Н.С., Викторова С.С., Смирнова Г.М., Федосеева И.П. Буроинъекционная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция // *Строительные материалы*. 2017. № 9. С. 47–50.
9. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2016. № 9. С. 11–15.
10. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай // *Жилищное строительство*. 2017. № 5. С. 34–38.
11. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // *Геотехника*. 2016. № 2. С. 28–34.
12. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Опыт использования буроинъекционных свай ЭРТ при ликвидации аварийной ситуации общественного здания // *Жилищное строительство*. № 12. 2016. С. 31–36.
13. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай ЭРТ // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2015. № 2. С. 10–13.
14. Соколов Н.С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2016. № 10. С. 54–57.

#### References

1. Patent RF 2250957. *Sposob vozvedeniya nabivnoi svai* [The method of production of a stuffed pile]. Sokolov N.S., Tavrin V.Yu., Abramushkin V.A. Declared 14.07.2003. Published 27.04. 2005. Bulletin No. 12. (In Russian).
2. Gayduk V. N., Shmigel V. N. *Praktikum po elektrotekhnologii* [Workshop on electrotechnology]. Moscow: Agropromizdat. 1989. 175 p.
3. Kuzhenin I. P. *Ispytatel'nye ustanovki i izmereniya na vysokom napryazhenii* [Test facilities and measurements on a high tension]. Moscow: Energiya. 1980. 135 p.
4. Rzevich D. V. *Tekhnika bezopasnosti* [Security regulation]. Moscow: Energiya. 1976. 488 p.
5. Fryungel F. *Impul'snaya tekhnika. Generirovanie i primeneniye razryadov, kondensatorov* [Impulse technique. Generation and application of discharges, condensers]. Moscow – Leningrad: Energiya. 1965. 488 p.
6. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. About a wrong way of the device the buroinjeksionnykh of piles with use of electrodigit technology. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 11, pp. 20–29. (In Russian).
7. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Fine Concrete as a Structural Building Material of Bored-Injection Piles EDT. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 5, pp. 16–19. (In Russian).
8. Sokolov N.S., Viktorova S.S., Smirnova G.M., Fedoseeva I.P. Flight augering piles-EDT as a buried reinforced concrete structure. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 9, pp. 47–50. (In Russian).
9. Sokolov N.S. Ryabinov V.M. The technology of appliance of continuous flight augering piles with increased bearing capacity. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 9, pp. 11–14. (In Russian).
10. Sokolov N.S. Criteria of economic efficiency of use of drilled piles. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 5, pp. 34–37. (In Russian).
11. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About effectiveness of the appliance of continuous flight augering piles with multiple caps using electric-discharge technology. *Geotekhnika*. 2016. No. 2, pp. 28–34. (In Russian).
12. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N. Experience of use the buroinjeksionnykh of piles ERT at elimination of an emergency of the public building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 12, pp. 31–36. (In Russian).
13. Sokolov N.S., Ryabinov V.M. About one method of calculation of the bearing capability the buroinjeksi-onnykh svay-ERT. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2015. No. 1, pp. 10–13. (In Russian).
14. Sokolov N.S. Technological Methods of Installation of Bored Injection Piles with Multiple En-largements. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 10, pp. 54–57. (In Russian).

А.М. ИБРАГИМОВ, д-р техн. наук (igasu\_alex@mail.ru), А.В. ЛИПЕНИНА, студентка (atuxin@mail.ru)

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

# Проектирование конструкции стенки доменной печи из эффективных материалов.

## Часть 1. Постановка задачи и предпосылки расчета

Рассмотрены типовые многослойные ограждающие конструкции доменной печи. Приведено описание слоев, входящих в состав этих конструкций. Основное внимание уделено футеровочному слою. Кратко описан процесс выплавки чугуна и температурные режимы в характерных слоях внутренней среды печи. На основе теории А.В. Лыкова проанализированы исходные уравнения, описывающие взаимосвязанный перенос теплоты и массы в твердом теле применительно к поставленной задаче – адекватного описания процессов с целью дальнейшего рационального проектирования многослойной ограждающей конструкции доменной печи. Априори ограждение с математической точки зрения рассматривается как неограниченная пластина.

**Ключевые слова:** доменная печь, многослойные конструкции, футеровочный слой, тепло-, массоперенос, математическая модель.

**Для цитирования:** Ибрагимов А.М., Липенина А.В. Проектирование конструкции стенки доменной печи из эффективных материалов. Часть 1. Постановка задачи и предпосылки расчета // *Строительные материалы*. 2018. № 1–2. С. 70–74.

A.M. IBRAGIMOV, Doctor of Sciences (Engineering) (igasu\_alex@mail.ru), A.V. LIPENINA, Student (atuxin@mail.ru)  
National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoe Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

### Design of the Blast Furnace Wall Structure Made of Efficient Materials. Part 1. Statement of a Problem and Calculation Prerequisites

Typical multilayered wallings of the blast furnace are considered. The description of layers which are a part of these structures is presented. The main attention is paid to the lining layer. The process of iron smelting and temperature conditions in characteristic layers of the internal environment of the blast furnace are briefly described. On the basis of the A.V. Lykov's theory, the initial equations describing the interconnected heat and mass transfers in the solid body in relation to the set task – an adequate description of processes with the purpose of further design of the multilayer walling of the blast furnace – have been analyzed. A priori, from a mathematical point of view, the enclosing structure is considered as an unlimited plate.

**Keywords:** blast furnace, multilayered structures, lining layer, heat and mass transfer, mathematical model.

**For citation:** Ibragimov A.M., Lipenina A.V. Design of the blast furnace wall structure made of efficient materials. Part 1. Statement of a problem and calculation prerequisites. *Stroitel'nyye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 1–2, pp. 70–74. (In Russian).

Важнейшую роль в стабильной работе доменных печей играет тщательный подбор огнеупорных материалов и конструкций их футеровки для работы в жестких условиях эксплуатации [1–3 и др.].

Футеровка согласно [4] – это слой, облицовка из какого-либо огнеупорного, химически стойкого или теплоизоляционного материала; согласно [5] – это защитная внутренняя облицовка тепловых агрегатов, печей, топок, труб емкостей и т. д. Различают футеровки огнеупорные, химически стойкие и теплоизоляционные; согласно сайту Википедия (<http://ru.wikipedia.org/wiki/футеровка>) – это специальная отделка для обеспечения защиты поверхностей от возможных механических, термических, физических и химических повреждений.

В данной работе из приведенных выше определений футеровки выделим два ключевых слова: *слой, огнеупорные*.

Согласно ГОСТ Р 52918–2008 «Огнеупоры. Термины и определения» огнеупор – неметаллический материал с огнеупорностью не ниже температуры 1580°C, используемый в агрегатах и устройствах для защиты от воздействий тепловой энергии и газовых, жидких, твердых агрессивных реагентов. Выделим *материал... для защиты от воздействия тепловой энергии*.

Футеровки, как правило, выполняют в виде крупноблочных и фасонных изделий, использование которых не рекомендуется при наличии значительных температурных напряжений. В этом случае рекомендуется при-

менение футеровочного слоя из набивных масс и гарнированных футеровок (с принудительным охлаждением). Тогда в футеровочном слое (огнеупоре) появляется жидкая фаза, которая предопределяет переход в пластическое состояние и термостойкость футеровки печи возрастает.

Гарниаж согласно [5] – это твердый огнеупорный защитный слой, образующийся в процессе плавки на внутренней (рабочей) поверхности стенок некоторых металлургических агрегатов и предохраняющий их от износа. Возникает в результате физико-химического взаимодействия проплавляемой шихты, газов и материала охлаждаемых стенок.

На рис. 1 представлена схема доменной печи и приведено температурное воздействие на футеровочный слой преимущественно газовой (восстановительный пояс с разрыхленной рудой и восходящим потоком доменных газов), твердой (флюсы, руда, топливо – подготовительный пояс) и жидкой (плавильный пояс) среды.

На рис. 2 представлен общий случай слоистого ограждения высокотемпературной (доменной) печи с фальшкожухом; на рис. 3 представлен общий случай слоистого ограждения доменной печи с принудительным охлаждением.

Итак:

1. Футеровочный слой, который в первом приближении для математического моделирования может быть представлен неограниченной пластиной (аналогичный прием оправдан и подробно рассмотрен в [6, 7]).



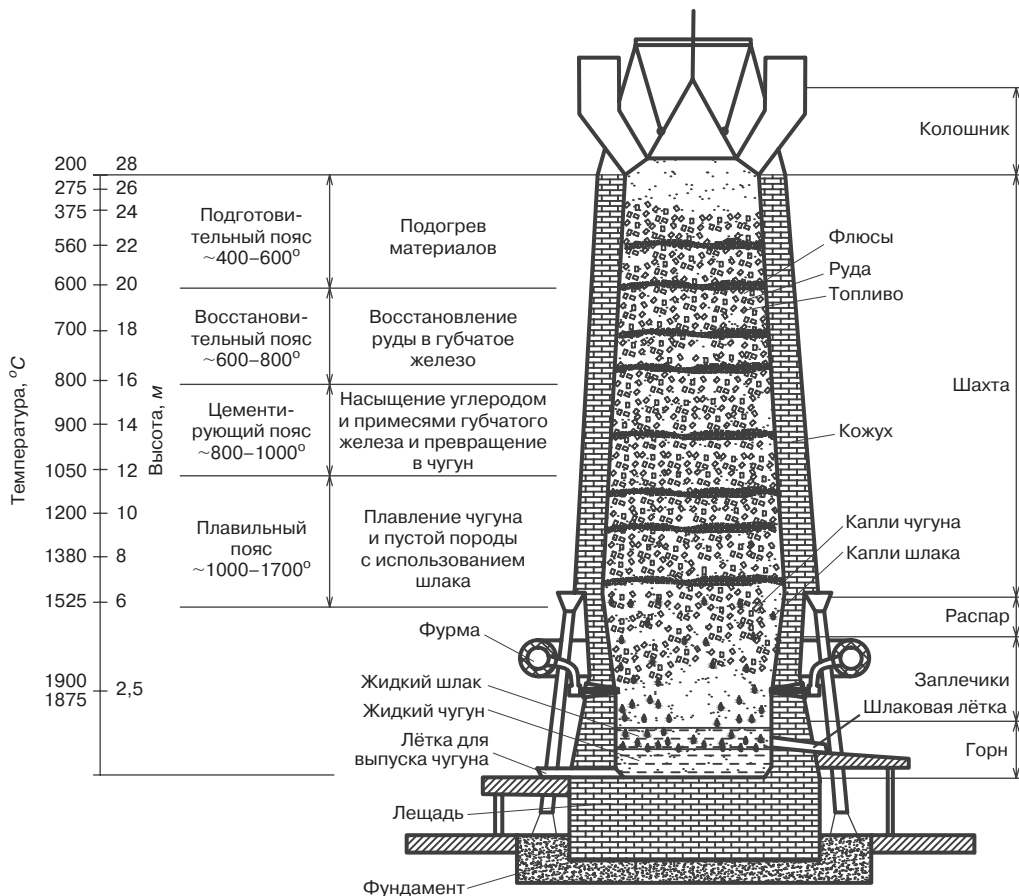


Рис. 1. Разрез доменной печи

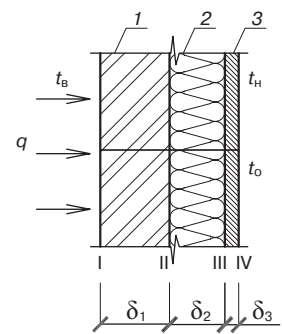


Рис. 2. Схема слоистого ограждения высокотемпературной (доменной) печи с фальскожуком: 1 – футеровочный слой; 2 – теплоизолирующий слой; 3 – кожух

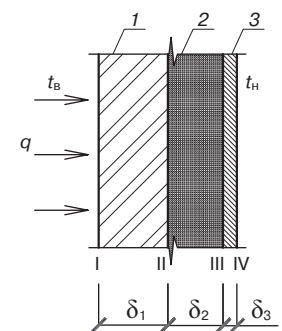


Рис. 3. Схема слоистого ограждения доменной печи с принудительным охлаждением: 1 – футеровочный слой; 2 – охлаждающий слой; 3 – кожух

2. На слой оказывает воздействие внутренняя среда доменной печи.
3. Стенка печи представляет собой многослойную конструкцию (рис. 1–3).
4. При назначении (проектировании) толщин ограждающих конструкций доменной печи (футеровочного слоя, слоя теплоизоляции или охлаждающего слоя, воздушного зазора, кожуха и других слоев), как правило, считается, что процесс теплопередачи через ограждение стационарен и его параметры соответствуют максимальному разогреву (температурному режиму) внутренней среды печи при выплавке чугуна [8]. Однако в природе все процессы нестационарны.
5. Цикл выплавки чугуна ориентировочно составляет около 60 ч (2,5 сут), из них сутки уходят на разогрев и половина суток на остановку печи. Таким образом, относительно стационарный (рабочий) режим теплопередачи через ограждение продолжается сутки. Целью настоящей работы явилось рассмотрение нестационарного процесса влияния параметров внутренней среды на ограждающие конструкции доменной печи. Рассмотрим ограждения, представленные на рис. 1–3. Взаимосвязанный перенос теплоты и массы в твердом теле (в нашем случае в футеровочном слое) описывается системой уравнений в частных производных вида [7]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \varepsilon r \frac{c_m}{c_q} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{c_p k}{c_q \gamma_0} \nabla P \nabla t, \quad (1)$$

где  $t$  – температура;  $\tau$  – время;  $a_q = l_q / (c_q g_0)$  – коэффициент потенциалопродности теплопереноса (температуропроводности);  $l_q$  – коэффициент теплопровод-

ности;  $\gamma_0$  – плотность сухой части тела;  $\nabla^2$  – оператор Лапласа;  $\varepsilon$  – критерий фазового перехода;  $r$  – удельная теплота фазового перехода;  $c_q$  – удельная теплоемкость;  $c_m$  – удельная изотермическая массоемкость;  $\Theta$  – потенциал переноса вещества;  $c_p$  – удельная изобарная теплоемкость;  $k$  – коэффициент воздухопроницаемости;  $\nabla P$  – градиент общего давления;  $\nabla t$  – градиент температуры;

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 \Theta + a_m \delta' \nabla^2 t + a_m \delta'' \nabla^2 P, \quad (2)$$

где  $a_m = l_m / (c_m g_0)$  – коэффициент потенциалопродности;  $l_m$  – коэффициент массопроводности;  $c_m$  – удельная изотермическая массоемкость;  $g_0$  – плотность сухой части тела;  $\delta'$  – первая производная от термоградиентного коэффициента, отнесенного к разности влажностей;  $\delta''$  – вторая производная от термоградиентного коэффициента, отнесенного к разности влажностей;  $P$  – потенциал фильтрационного движения;

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = a_p \nabla^2 P - \varepsilon \frac{c_m}{c_b} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau}, \quad (3)$$

где  $a_p = k / (c_b g_0)$  – коэффициент потенциалопродности фильтрационного движения пара;  $c_b$  – коэффициент пропорциональности.

Граничные условия на поверхности тела имеют вид:

$$-\lambda_q (\nabla t)_\Pi + q_q(\tau) - (1 - \varepsilon) r q_m(\tau) = 0; \quad (4)$$

$$\lambda_m (\nabla \Theta)_\Pi + \lambda_m \delta' (\nabla t)_\Pi + \lambda_p (\nabla P)_\Pi + q_m(\tau) = 0; \quad (5)$$

$$P_\Pi = p = \text{const}, \quad (6)$$

где  $\lambda_{q,m}$  – коэффициенты тепло- и массопроводности;  $q_q$  – плотность теплового потока;  $q_m$  – плотность потока массы вещества;  $\nabla\Theta$  – градиент потенциала массопереноса;  $\lambda_q(\nabla t)_\Pi$  – градиент общего давления.

В (1)–(6) и далее приняты обозначения, приведенные в [9]. Влияние эффекта бародиффузии для строительных конструкций мало, поэтому в инженерных расчетах им зачастую пренебрегают, тогда система (1)–(6) упрощается, так как из нее выпадают уравнение (3), условие (6) и третье слагаемое в выражении (5) обращается в ноль.

В частном случае, когда влияние эффектов термодиффузии и внутренних фазовых превращений пренебрежимо мало и основной перенос массы осуществляется посредством массопроводности, в уравнениях (1) и (2) исчезают последние слагаемые правой части. Система уравнений взаимосвязанного тепло-массопереноса распадается на две самостоятельные задачи переноса теплоты и массы, которые описываются параболическими уравнениями теплопроводности.

Первый член выражения (4) –  $\lambda_q(\nabla t)_\Pi$  представляет собой количество тепла, поступившего с поверхности внутрь тела; второй член  $q_q(\tau)$  соответствует количеству тепла, подведенному к поверхности тела; третий член  $(1-\varepsilon)q_m(\tau)$  представляет собой количество тепла, затраченного на испарение жидкости. Если испарение происходит только внутри тела ( $\varepsilon=1$ ), то третий член обращается в ноль, в физическом понимании к поверхности тела подводится только пар. При ( $\varepsilon=0$ ) к поверхности тела подводится только жидкость, следовательно испарение происходит только на поверхности тела. Выражение (5) представляет собой уравнение баланса массы вещества. Физический смысл состоит в том, что с поверхности тела в окружающую среду отводится поток массы влаги  $q_m(\tau)$ , а к поверхности тела влага подводится за счет градиентов потенциала массопереноса  $\lambda_m(\nabla\Theta)_\Pi$ , теплопереноса  $\lambda_m\delta'(\nabla t)_\Pi$  и общего давления  $\lambda_p(\nabla P)_\Pi$ . Выражение (6) представляет собой реально существующее равенство давления парогазовой смеси у поверхности тела и барометрического давления окружающей среды.

При заданном потоке тепла  $q_q(\tau)$  и влаги  $q_m(\tau)$  граничные условия (4) и (5) представляют собой граничные условия второго рода.

Если задать закон взаимодействия тела с влажной средой:

$$q_q(\tau) = \alpha_q(t_c - t_\Pi) - \text{закон Ньютона}; \quad (7)$$

$$q_m(\tau) = \alpha_m(\Theta_\Pi - \Theta_c) - \text{закон Дальтона}, \quad (8)$$

где  $\alpha_{q,m}$  – коэффициенты теплообмена и массообмена, и подставить выражения (8) и (9) в условия (5) и (6), то получают граничные условия третьего рода.

Если коэффициенты теплообмена  $\alpha_q$  и массообмена  $\alpha_m \rightarrow \infty$  или  $\lambda_p$  и  $\lambda_m \rightarrow 0$ , то из граничных условий третьего рода получают граничные условия первого рода.

Граничные условия четвертого рода отражают собой идеальный тепловой и массовый контакт соприкасающихся поверхностей:

$$t_i = t_{i+1}, \quad \Theta_i = \Theta_{i+1}; \quad (9)$$

$$-\lambda_{qi}(\nabla t)_{\Pi i} = -\lambda_{q(i+1)}(\nabla t)_{\Pi(i+1)}, \quad (q_{mi})_{\Pi} = q_{m(i+1)\Pi}. \quad (10)$$

Равенства (9) представляют собой равенство потенциалов тепло- и массопереноса на границе стыка  $i$  и  $i+1$  слоя, а равенства (10) – равенство потоков тепла и влаги.

Уравнения тепло- и массопереноса для одномерной системы выведены в [7] и имеют вид:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \frac{\varepsilon r}{c\gamma} \frac{\partial u}{\partial \tau}, \quad (11)$$

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 u + a_m \delta \nabla^2 t, \quad (12)$$

где  $u$  – удельное влагосодержание;  $\delta$  – термоградиентный коэффициент, отнесенный к разности влагосодержаний;  $c$  – удельная теплоемкость влажного тела;  $\gamma$  – плотность тела.

В [9] на основе теоремы подобия Кирпичева–Гухмана уравнения (11) и (12) записаны в безразмерных переменных и для неограниченной пластины в обозначениях [9] имеют вид:

$$\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2} - Ko^* \frac{\partial \Theta(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo}; \quad (13)$$

$$\frac{\partial \Theta(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = Lu \frac{\partial^2 \Theta(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2} - Lu Pn \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2}, \quad (14)$$

где  $Ko^*$  – модифицированный критерий Коссовича;  $Lu = a_m/a_q$  – критерий Лурье – взаимосвязь массо- и теплопереноса (критерий инерционности);  $Pn = \delta_t \Delta_t / \Delta_u$  – критерий Поснова;  $Fo$  – критерий Фурье.

В [9] предложен прием решения системы дифференциальных уравнений (13) и (14) с помощью преобразований Лапласа:

$$F_L(\bar{x}, s) = \int_0^\infty F(\bar{x}, Fo) \exp(-sFo) dFo. \quad (15)$$

Граничные условия тоже приводятся к безразмерной форме.

Для начала рассмотрим случай, представленный на рис. 2, 3. Для этого случая определяющим будет теплотехнический, а не влажностный расчет. Наличие влаги в слоях можно учесть введением не постоянной, а переменной величиной коэффициента теплопроводности ( $\lambda$ ) с учетом известных закономерностей. Тогда возможен переход от системы уравнений (11, 12) к классическому уравнению теплопроводности Фурье:

$$\frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t(x, \tau)}{\partial x^2}. \quad (16)$$

На примере ограждения, представленного на рис. 2 и 3, смоделируем задачу теплопереноса.

При физико-математической постановке задачи о теплопередаче через многослойное ограждение при неустановившемся режиме используем методику и обозначения, приведенные в [9].

Имеем ограждающую конструкцию (рис. 2). В первом приближении смоделируем трехслойное ограждение: 1-й слой – футеровка; 2-й слой – утеплитель; 3-й слой – кожух. На левую плоскость слоя 1 подается тепловой поток  $q$ . Правая плоскость слоя 3 граничит с наружной (н) средой. Задача состоит в определении изменения температуры  $t(x, \tau)$  и тепловых потоков  $q(x, \tau)$  во времени ( $\tau$ ) и в пространстве по толщине ограждения ( $x$ ). Точность теплотехнического расчета для строительных конструкций зависит от правильности выбранных значений их теплофизических характеристик. При расчетах обычно используют два основных показателя – коэффициенты: теплопроводности ( $\lambda$ ) и объемной теплоемкости ( $cr$ ). Для линейного уравнения теплопроводности при  $\lambda$  и  $cr = \text{const}$  вводят коэффициент температуропроводности ( $a$ ):

$$a = \lambda / (cr). \quad (17)$$

Для решения задачи необходимо, чтобы были заданы: начальные условия, определяющие распределение



температуры по толщине и на границах ограждения в начальный момент времени; уравнения теплопроводности, описывающие процесс передачи тепла через конструкцию; граничные условия, определяющие условия теплообмена на всех характерных плоскостях. Начальные условия могут быть заданы в виде уравнения, таблицы, графика распределения температуры в момент начала процесса (при  $\tau=0$ ). В общем случае уравнение начальных условий имеет вид:

$$t_{\text{нач}} = t(x, 0). \quad (18)$$

Уравнение теплопроводности в общем случае имеет нелинейный вид:

$$\frac{\partial [t(x, \tau) c(x, \tau) \rho(x, \tau)]}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ \lambda(x, \tau) \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} \right], \quad (19)$$

где значения коэффициента теплоемкости  $[c(x, \tau) \rho(x, \tau)]$  и коэффициента теплопроводности  $\lambda(x, \tau)$  изменяются от слоя к слою в зависимости от времени, температуры и влажности.

Для рассматриваемого случая удобно записать систему линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Каждое уравнение записываем для отдельного слоя с дополнительными граничными условиями на стыках слоев, полагая, что в пределах каждого отдельного слоя  $\lambda_i$  и  $c_i \rho_i = \text{const}$  ( $i$  – номер слоя):

$$c_i \rho_i \frac{\partial t_i}{\partial \tau} = \lambda_i \frac{\partial^2 t_i}{\partial x^2}. \quad (20)$$

На границе II (между 1-м и 2-м слоями) исходя из равенства тепловых потоков и температур, задаем условие четвертого рода:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x} \Big|_{\text{II}} = \lambda_2 \frac{\partial t_2}{\partial x} \Big|_{\text{II}} \quad \text{или} \quad q_1 = q_2 \\ t_1 \Big|_{\text{II}} = t_2 \Big|_{\text{II}} \end{aligned} \right\}. \quad (21)$$

Аналогично запишутся граничные условия на границе III.

Запишем граничные условия теплообмена на границах I и IV, т. е. на внутренней и наружной поверхностях ограждающей конструкции, которые соприкасаются с внутренним и наружным воздухом, а также окружены другими поверхностями. Внутренний воздух имеет температуру  $t_{\text{в}}$ , наружный –  $t_{\text{н}}$ . Если учитывать конвекцию (конвективный обмен), то в расчет вводим коэффициент  $\alpha_{\text{к}}$ ; если лучистый обмен, то коэффициент  $\alpha_{\text{л}}$ . Если имеется источник тепла, тогда количество поглощенного поверхностью I лучистого тепла определяем по формуле:

$$q_{\text{II}} = p \cdot q, \quad (22)$$

где  $p$  – коэффициент поглощения поверхности ограждения для данного излучения (принимается по таблицам соответствующей нормативной документации, например СП 23-101-2004);  $q$  – интенсивность падающего на ограждение излучения от источника.

Если рассматривать самый общий случай, то на поверхности ограждений происходит сложный теплооб-

#### Список литературы

1. Кушнарёв А.В., Вислогузова Э.А., Миронов К.В., Баранов Е.Н. Огнеупоры для футеровки желобов литейных дворов доменных печей // *Новые огнеупоры*. 2014. № 5. С. 5–7.

мен, который определяется условиями второго рода (заданная интенсивность теплового потока) и условиями третьего рода (заданные условия теплообмена с окружающей средой). С учетом вышеизложенного граничные условия на границе I имеют вид:

$$\alpha_{\text{к.в}}(t_{\text{в}} - t_1) \Big|_{\text{I}} + \alpha_{\text{л.в}}(t_{\text{R.в}} - t_1) \Big|_{\text{I}} + p_{\text{в}} q_{\text{в}} = -\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x} \Big|_{\text{I}}, \quad (23)$$

здесь индекс (в) указывает на внутреннюю поверхность.

Граничные условия на границе IV имеют вид:

$$\alpha_{\text{к.н}}(t_3 - t_{\text{н}}) \Big|_{\text{IV}} + \alpha_{\text{л.н}}(t_3 - t_{\text{R.н}}) \Big|_{\text{IV}} + p_{\text{н}} q_{\text{н}} = -\lambda_3 \frac{\partial t_3}{\partial x} \Big|_{\text{IV}}. \quad (24)$$

Для помещений условия лучисто-конвективного теплообмена в практике строительного проектирования учитывают единым коэффициентом теплообмена  $\alpha_{\text{в}}$ , тогда условие (23) примет вид:

$$\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_1) \Big|_{\text{I}} = -\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x} \Big|_{\text{I}}. \quad (25)$$

Для заводских условий при натуральных исследованиях и лабораторных условий при отсутствии в лаборатории источников тепла (отсутствие отопления в летний период) можно ввести аналогичное упрощение и для наружной поверхности исследуемого ограждения, тогда условие (24) примет вид:

$$\alpha_{\text{н}}(t_3 - t_{\text{н}}) \Big|_{\text{IV}} = -\lambda_3 \frac{\partial t_3}{\partial x} \Big|_{\text{IV}}. \quad (26)$$

Для других случаев вместо (24) следует использовать условие вида:

$$\alpha_{\text{н}}(t_3 - t_{\text{н}}) \Big|_{\text{IV}} + p_{\text{н}} q_{\text{н}} = -\lambda_3 \frac{\partial t_3}{\partial x} \Big|_{\text{IV}}. \quad (27)$$

Равенство (27) представляет собой смешанное граничное условие второго и третьего рода. Для удобства условие (27) можно привести к граничным условиям только третьего рода, введя условную температуру наружной среды ( $t_{\text{усл}}$ ):

$$\alpha_{\text{н}}(t_{\text{усл}} - t_3) \Big|_{\text{IV}} = -\lambda_3 \frac{\partial t_3}{\partial x} \Big|_{\text{IV}}, \quad (28)$$

$$\text{где } t_{\text{усл}} = t_{\text{н}} + p_{\text{н}} q_{\text{н}} / \alpha_{\text{н}}. \quad (29)$$

#### Результаты.

Для поставленной задачи, из общей ее постановки, выбираем для дальнейшего исследования:

- начальные условия – выражение (18) в виде графика распределения температуры в толще ограждения;
- уравнения теплопроводности вида (20);
- граничные условия:
- на границе I – условие (23);
- на границе II и III – условие (21);
- на границе IV – условие (24).

#### Выводы.

Решение задачи аналитическим способом вызывает большие математические трудности, поэтому в последующих публикациях будет предложена математическая модель, которая позволяет их избежать и адекватно описать процесс нестационарного теплопереноса в многослойной конструкции. Кроме того, будут рассмотрены ограждения, представленные на рис. 2 и 3.

#### References

1. Kushnarev A.V., Visloguzova E.A., Mironov K.V., Baranov E.N. Refractories for lining gutters of foundries of blast furnaces. *Novye огнеупоры*. 2014. No. 5, pp. 5–7. (In Russian).

2. Фоменко А.П., Немушкин С.В., Клочок А.В. Опыт применения огнеупорных низкоцементных бетонов для футеровки желобов доменных печей комбината «Запорожсталь» // *Сталь*. 2013. № 10. С. 26–28.
3. Курунов И.Ф., Логинов В.Н., Ляпин С.С., Поляков Н.С., Титов В.Н. Новые технологические решения по защите футеровки горна доменных печей // *Металлург*. 2007. № 8. С. 53–57.
4. Большой толковый словарь русского языка / Гл. ред. С.А. Кузнецов СПб.: Норинт, 2001. 1563 с.
5. Политехнический словарь / Гл. ред. И.И. Артоболевский М.: Советская энциклопедия, 1977. 608 с.
6. Федосов С.В., Котлов В.Г., Алоян Р.М., Ясинский Ф.Н., Бочков М.В. Моделирование тепло-массообмена в системе газ – твердое при нагельном соединении элементов деревянных конструкций. Ч. 2. Динамика полей температуры при произвольном законе изменения температуры воздушной среды // *Строительные материалы*. 2014. № 8. С. 73–79.
7. Федосов С.В., Гнедина Л.Ю. Нестационарный теплоперенос в многослойной ограждающей конструкции. В кн. *Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях: Сборник докладов IV научно-практической конференции*. 27–29 апреля 1999. М., НИИСФ. 1999. С. 343–348.
8. Большакова Н.В. Энерго- и ресурсосбережение в высокотемпературных печах с фальшкожухом // *Известия МГТУ «МАМИ»*. 2013. № 3 (17). Т. 2. С. 79–85.
9. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. Минск: Изд. АН БССР, 1961. 520 с.
2. Fomenko A.P., Nemushkin S.V., Klochok A.V. Experience in the use of refractory low-cement concretes for lining the gutters of blast furnaces of the Zaporozhstal Combine. *Stal'*. 2013. No. 10, pp. 26–28. (In Russian).
3. Kurunov I.F., Loginov V.N., Lyapin S.S., Polyakov N.S., Titov V.N. New technological solutions for the protection of the furnace lining of blast furnaces. *Metallurg*. 2007. No. 8, pp. 53–57. (In Russian).
4. Bol'shoi tolkovyi slovar' russkogo yazyka / Gl. red. Kuznetsov S.A. [Great Dictionary of the Russian language / Ch. Ed. Kuznetsov S.A.]. Saint Petersburg: Norint. 2001. 1563 p.
5. Politekhnicheskii slovar' [Polytechnical dictionary / Ch. Ed. Artobolevsky I.I.] Moscow: Sovietskaya Encyclopediya. 1977. 608 p.
6. Fedosov S.V., Kotlov V.G., Aloyan R.M., Yasinski F.N., Bochkov M.V. Simulation of heat-mass transfer in the gas-solid system at dowel joints of timber structures elements. Part 2. Dynamics of temperature fields at arbitrary law of changes of air environment temperature. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 8, pp. 73–79. (In Russian).
7. Fedosov S.V., Gnedina L.Yu. Non-stationary heat transfer in a multilayered enclosing structure. In the book. *Problems of construction thermophysics of microclimate and energy-saving systems in buildings: Collection of reports of IV scientific-practical conference*. Moscow. April 27–29, 1999, pp. 343–348. (In Russian).
8. Bol'shakova N.V. Energy and resource saving in high-temperature furnaces with a false casing. *Izvestiya MG TU «MAMI»*. 2013. No. 3 (17). Vol. 2, pp. 79–85. (In Russian).
9. Lykov A.V. Teoreticheskie osnovy stroitel'noi teplofiziki [Theoretical foundations of building thermal physics]. Minsk: AN BSSR Publishing. 1961. 520 p.

## **II Международный симпозиум по долговечности и устойчивому развитию конструкционного бетона DSCS 2018**



**Москва, 6–8 июня 2018 г.**

**Организаторы:**

Итальянское отделение американского института бетона (ACI IC) и Российская инженерная академия (РИА) При участии Российской академии наук (РАН) и Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН)

**Спонсоры конференции:**

Американский институт бетона (ACI) и его комитеты: C130 (Sustainability of Concrete), C201 (Durability of Concrete), C544 (Fiber Reinforced Concrete), C549 (Thin Reinforced Cementitious Products and Ferrocement); Международная федерация по конструкционному бетону (fib); Международный союз экспертов и лабораторий в области испытаний строительных материалов, систем и конструкций (RILEM)



**Тематика симпозиума**

- Сокращение парниковых газов в цементной и бетонной промышленности
- Рециклирование и организация удаления отходов в производстве бетонов и растворов
- Сульфоалюминатные цементы как альтернатива портландцементу и смешанным цементам
- Щелочеактивированные материалы и геополимеры для устойчивого строительства
- Долговечность железобетонных конструкций
- Оценка жизненного цикла в строительстве из бетона
- Повторное использование и восстановление функциональности железобетонных конструкций
- Ремонт и эксплуатация
- Контроль, инспектирование и мониторинг
- Примеры из практики

**Место проведения конференции:** Измайлово Конгресс Центр, Москва, Россия

<http://www.aciitaly.com/events/dscs2018>

**Секретариат симпозиума:** ACI Italy Chapter Secretary (aciitalychapter@gmail.com)

**Российский секретариат:** Леонид Иванов, региональная группа РИЛЕМ (l.a.ivanov@mail.ru).



УДК 666.973.6

М.А. ГАЗИЕВ, канд. техн. наук (mgaziev56@mail.ru)

Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова (364061, Чеченская Республика, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100)

## Эмпирический метод расчета влажностно-карбонизационных напряжений в панелях из ячеистого бетона с учетом его реологических свойств

Рассматривается проблема оценки усадочных напряжений с учетом ползучести, возникающих в наружных слоях стеновых панелей из ячеистых бетонов при одновременном воздействии на них влагообменных и карбонизационных процессов. Предлагается практический метод расчета для определения этих напряжений, который базируется на классических методах и принципах, разработанных С.В. Александровским и Н.Х. Арутюняном, для решения прикладных задач теории ползучести, но с учетом особенностей влияния влажности и карбонизации на модуль упругости, усадку, ползучесть и релаксацию напряжений автоклавных ячеистых бетонов. Выполненные с применением данного метода расчеты позволили впервые получить сведения об особенностях и характере развития собственных напряжений, связанных с изменениями влажности и степени карбонизации бетона в наружных слоях стеновых панелей, а также определить с учетом влияния ползучести предельные суммарные значения этих напряжений, при которых могут образоваться на их поверхности усадочные трещины, и вычислить их ширину и глубину. Это дает возможность разработать технологические и конструктивные мероприятия, направленные на повышение долговечности ячеисто-бетонных изделий.

**Ключевые слова:** ячеистый бетон, карбонизация, усадочные напряжения, ползучесть, релаксация напряжений, трещиностойкость, долговечность.

**Для цитирования:** Газиев М.А. Эмпирический метод расчета влажностно-карбонизационных напряжений в панелях из ячеистого бетона с учетом его реологических свойств // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 75–79.

M.A. GAZIEV, Candidate of Sciences (Engineering) (mgaziev56@mail.ru)

Grozny State Oil Technical University named after acad. M.D. Millionshchikov (100, Isaev Street, Grozny, Chechen Republic 364061, Russian Federation)

### An Empirical Method for Calculating Wetness-Carbonization Stresses Emerges in Panels of Aerated Concrete, with Considering its Rheological Properties

The problem of estimating the shrinkage stresses taking the creep into account arising in the outer layers of the wall panels made of aerated concrete with a contemporaneous action of wetness and carbonization processes is considered. A practical calculation method is proposed for the determination of these stresses. The method is based on the classical approach and principles developed by Aleksandrovsky and Arutunyan for solving applied problems in the theory of creep but with considering the influence of wetness and carbonization on shrinkage, creep and stress relieving of autoclaved aerated concrete. The calculations performed by this method made it possible for the first time to obtain information about the development of intrinsic stresses in cellular concrete wall panels. This method allows also to determine their limiting total values at which shrinkage cracks can form on the surface of the wall panels and calculate their depth. This gives us the opportunity to develop technological and constructive activities aimed to improve the longevity of the aerated concrete wares.

**Keywords:** aerated concrete, carbonization, shrinkage stresses, creeping, stress relieving, crack resistance, longevity.

**For citation:** Gaziev M.A. An empirical method for calculating wetness-carbonization stresses emerges in panels of aerated concrete, with considering its rheological properties. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 75–79. (In Russian).

В обычных условиях эксплуатации наружные бетонные и железобетонные ограждающие конструкции подвергаются воздействиям несилового характера, вызывающим изменения их деформированного состояния или, как говорят, претерпевают вынужденные деформации. К вынужденным деформациям обычно относятся деформации, связанные прежде всего с изменениями температуры и влажности бетона вследствие отсутствия термогигрометрического равновесия с внешней средой.

Как известно из научных трудов С.В. Александровского [1–3], Н.Х. Арутюняна [4, 5], П.И. Васильева [6] и А.Г. Тамразяна [7], изучение напряженно-деформированного состояния, вызываемого вынужденными деформациями, требует учета изменчивости во времени физико-механических свойств бетона, а также его ползучести, так как без этого невозможно проектирование и возведение надежных и долговечных строительных конструкций различного назначения.

В стадии эксплуатации наружные ограждающие конструкции из ячеистых бетонов подвергаются воздействию влагообменных и карбонизационных процессов, вызывающих в них соответствующие вынужденные деформации с возможным образованием усадочных трещин, которые свидетельствуют о преодолении в некоторых микро- и макрообъемах ячеистого бетона предела его прочности на растяжение и предельной растяжимости.

По мнению Е.С. Силаенкова [8, 9], Е.М. Чернышова и Г.С. Славчевой [10, 11], основным и определяющим

критерием (критическим свойством) для долговечности ячеисто-бетонных ограждающих конструкций является конструкционная трещиностойкость ячеистого бетона в крупноразмерных изделиях, которая определяется его эксплуатационной деформируемостью при влажностно-карбонизационных воздействиях.

Они рассматривают механизм влажностных деформаций через изменение напряженного состояния материала в результате действия сил связи его твердой фазы и порового пространства с водой, а механизм карбонизационных деформаций раскрывается в рамках макрокINETИКИ физико-химических гетерогенных процессов взаимодействия структуры с углекислотой воздуха.

Показано, что основными причинами карбонизационной усадки автоклавного ячеистого бетона являются собственные напряжения кристаллического сростка и преобразования геля кремнекислоты, выделившегося при карбонизации гидросиликатов кальция [8, 9].

Сформулированы структурные факторы управления эксплуатационной деформируемостью макропористого (ячеистого) фактора, приведена система рецептурно-технологических факторов их регулирования, а также разработаны алгоритмы конструирования для них оптимальных параметров состава и структуры твердой фазы и порового пространства по комплексу задаваемых свойств [10, 11].

Автором на основе многолетних экспериментально-теоретических исследований по изучению влияния фак-

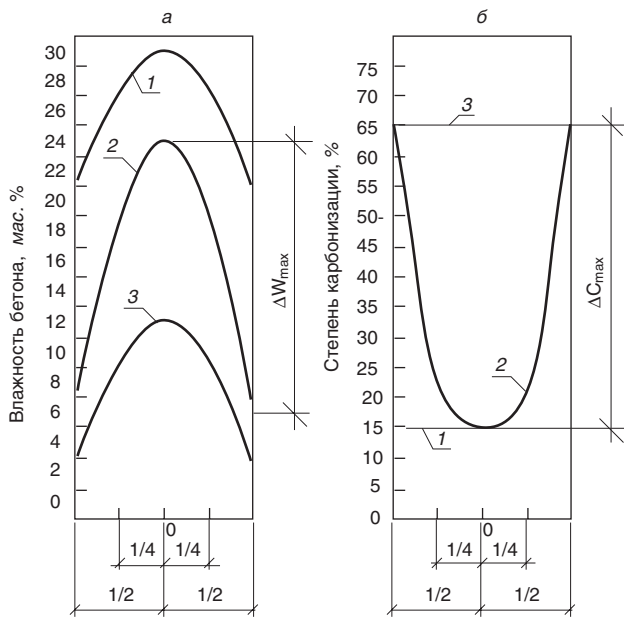


Рис. 1. Характер распределения влажности (а) и степени карбонизации (б) газозолобетона по сечению стены при максимальных градиентах: 1 – начальное положение; 2 – положение, соответствующее максимальному градиенту; 3 – стабилизированное состояние

тора карбонизации на физико-механические и реологические свойства (ползучести и релаксации напряжений) автоклавных ячеистых бетонов с использованием аналогии и применением некоторых элементов методов и принципов, разработанных С.В. Александровским [1, 2] и Н.Х. Арутюняном [4, 5] для решения прикладных задач теории ползучести при определении температурно-влажностных напряжений для конструкций из бетонов обычного твердения, предложена теория расчета усадочных напряжений в ячеисто-бетонных стеновых панелях при карбонизационных процессах с учетом ползучести [12].

На базе данной теории с применением специально разработанного алгоритма расчета были вычислены значения растягивающих напряжений от неравномерного протекания процесса карбонизации ячеистого бетона по толщине наружных стеновых панелей, которые показали, что в поверхностных слоях панелей, в зависимости от срока эксплуатации могут образоваться усадочные трещины даже с учетом снижения за счет ползучести бетона этих напряжений в 4–5 раз при условии, если конечные значения собственных напряжений в этих слоях превысят предел прочности бетона при растяжении.

В связи с этим становится актуальным дальнейшее совершенствование существующих методов расчета усадочных напряжений с учетом ползучести и для случая одновременного изменения влажности и степени карбонизации материала по толщине ограждающих конструкций при решении конкретных прикладных задач для оценки конструкционной трещиностойкости ячеистых бетонов.

В статье поставлена задача разработать практически удобный для расчета эмпирический метод, который позволил бы определить в наружных слоях ячеисто-бетонных стеновых панелей с учетом свойства ползучести бетона возможную величину суммарных усадочных напряжений, возникающих от воздействия вынужденных деформаций при совместном протекании в условиях эксплуатации влагообменных и карбонизационных процессов по толщине.

Данная задача разделяется на три этапа.

К первому этапу относятся вопросы, связанные с определением влажностно-карбонизационного режима в толще элемента ограждающей конструкции из ячеистого бетона, т. е. установление зависимостей, которыми опре-

деляются в любой момент времени и для любой точки по ее сечению влажность и степень карбонизации бетона.

Второй этап решения связан с определением упруго-мгновенных усадочных напряжений в наружных поверхностных слоях стеновой панели в отдельности от изменения влажности и степени карбонизации, отвечающих характеру их распределения по ее толщине в зависимости от срока эксплуатации.

Третий этап исследований охватывает решение задач по вычислению суммарных усадочных напряжений с учетом свойства ползучести бетона при одновременном воздействии этих двух факторов, если для них известны решения соответствующей упруго-мгновенной задачи.

Графики распределения влажности и степени карбонизации по толщине газозолобетонных панелей в различные сроки эксплуатации (рис. 1), построенные по значениям, полученным при многолетних натурных исследованиях жилых объектов в г. Свердловске, послужили расчетной схемой для определения их изменения с учетом максимального перепада в наружных и центральных слоях панелей исходя из установившейся эпюры их распределения по кривой, близкой к параболе [8, 13, 14].

В дальнейшем для обозначения изменения влажности и степени карбонизации ячеистого бетона по толщине панели будем использовать термин «характеристика состояния материалов», как это принято в научных трудах С.В. Александровского [1, 2], Е.С. Силаенкова [8] и Е.М. Чернышова [11].

При этом развитие собственных напряжений от вынужденных деформаций во времени можно охарактеризовать двумя периодами. Первый, когда эти напряжения растут в связи с увеличением перепада между характеристиками состояния материала на поверхности панели и в ее середине, и второй период, когда после достижения максимума характеристики состояния материала начинают выравниваться по толщине панели, что ведет к уменьшению этих напряжений.

Наибольший интерес с точки зрения оценки эксплуатационной трещиностойкости ячеисто-бетонных ограждающих конструкций имеет именно первый период времени, поэтому его мы и будем рассматривать.

Сначала запишем, чему равны собственные напряжения в свободной панели в каждый момент времени с учетом упругой работы материала. При этом влажностные и карбонизационные процессы приняты протекающими одинаково по всей боковой поверхности панели, т. е. не зависящими от координат  $x$  и  $y$ , а изменяющимися лишь по толщине  $z$ .

Упруго-мгновенные усадочные напряжения будем искать в виде произведения:

$$\sigma_{yc}(z, t) = \frac{E(t)}{1-\mu} \alpha(\theta) T(t) F(z), \quad (1)$$

где  $E(t)$  – модуль упругости бетона;  $\mu$  – коэффициент Пуассона;  $\alpha(\theta)$  – коэффициент линейной деформации, вызванной изменением характеристики состояния материала;  $T(t)$  – безразмерная функция, зависящая от времени  $t$ ;  $F(z)$  – безразмерная функция, зависящая от координаты  $z$ .

Функцию  $T(t)$  записываем в виде:

$$T(t) = 1 - e^{-\beta t}. \quad (2)$$

Функция  $F(z)$  подбирается из условия максимального приближения очертания кривой изменения характеристики состояния материала по сечению конструкции к данным результатов натурального наблюдения. Если принять, что данная кривая описывается параболой, то кривую увеличения во времени перепада между влажностью и степенью карбонизации бетона  $\Delta\theta_z(t)$  на поверхности панели и в ее середине можно записать в следующем виде:

$$\Delta\theta_z(t) = (1 - e^{-\beta t}) z^2. \quad (3)$$



Тогда выражение (1) примет вид:

$$\sigma_{yc}(z, t) = \frac{E(t)}{1-\mu} \alpha(\theta) (1 - e^{-\beta t}) (z^2 - \frac{h^2}{3}), \quad (4)$$

где  $h$  — толщина панели, а  $z$  — глубина слоя в панели, см. Запись для вычисления усадочных напряжений в виде формулы (4) позволяет сравнительно легко учесть влияние реологических свойств ячеистых бетонов на напряженное состояние, вызванное неравномерным изменением характеристики состояния материала по толщине панели.

Полные усадочные напряжения в наружных слоях стеновых конструкций из ячеистых бетонов с учетом его ползучести будут равны:

$$\sigma_{yc}(t) = \sigma_{yc}(z, t) H^*(t), \quad (5)$$

где  $\sigma_{yc}(z, t)$  — напряжения заменяющей упруго-мгновенной задачи.

$H^*(t)$  — коэффициент затухания, определяющий изменения, вносимые деформацией ползучести бетона в картину распределения упруго-мгновенных напряжений в стеновых панелях при вынужденных деформациях. В дальнейшем для краткости  $H^*(t)$  будем называть коэффициентом затухания усадочных напряжений.

Определение  $H^*(t)$  ведется обычно по формулам, полученным в зависимости от вида функции меры ползучести, выбранной в рамках существующих трех различных групп теорий ползучести бетона: теории упругой наследственности, теории старения и ее различных модификаций, а также различных разновидностей теории упруго-ползучего тела. При этом вычисление интегралов и соответствующие их преобразования при нахождении формулы для определения данного коэффициента в конечном виде весьма затруднительны, что приводит к громоздким и сложным математическим выражениям [1–7].

Для значительного упрощения предлагаемого метода представляется возможным, на основе ранее проведенных исследований по изучению процессов релаксации напряжений в ячеистых бетонах, использовать для вычисления этого коэффициента следующую функциональную зависимость [15, 16]:

$$H^*(t) = e^{-\varphi(t)}, \quad (6)$$

где  $\varphi(t)$  — характеристика ползучести ячеистого бетона;  $e$  — основание натурального логарифма;  $t$  — время испытания на ползучесть, сут.

Характеристика ползучести ячеистого бетона  $\varphi(t)$ , необходимая для определения теоретических значений коэффициента релаксации напряжений  $H^*(t)$ , получена из опытов по исследованию ползучести на призмах размерами  $100 \times 100 \times 400$  мм, загруженных на длительные испытания одновременно с такими же призмами, на которых исследовался релаксационный процесс с учетом и без учета фактора карбонизации (рис. 2).

Таким образом, определение величины усадочных напряжений в поверхностных слоях ограждающих конструкций из ячеистых бетонов, вызываемых влажностно-карбонизационными вынужденными деформациями, в соответствии с предлагаемым выше методом сводится к отысканию в них на основе теории упругости по формуле (4) упругих напряжений от отдельного воздействия влажности и карбонизации и к окончательному вычислению полных суммарных усадочных напряжений с учетом ползучести бетона путем умножения этих значений на коэффициент релаксации напряжений по выражению (6).

На основе приведенных выражений определим усадочные напряжения в наружных слоях панели из газозолобетона плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$ , толщиной  $280$  мм при

влагообменных и карбонизационных процессах с учетом их релаксации вследствие ползучести материала. При этом максимальный перепад по влажности  $\Delta\theta_1=18\%$  и по степени карбонизации  $\Delta\theta_2=50\%$  между поверхностным слоем бетона на глубине  $12,5$  мм и слоем в середине панели наступает, согласно данным наших натурных обследований, через  $365$  и  $1095$  сут эксплуатации соответственно, которые в основном согласуются с данными А.А. Федина для наружных панелей из силикатного ячеистого бетона [17].

С помощью выражения (3) определяем значения  $\beta_1=0,0015$  и  $\beta_2=0,0004$ , соответствующие приведенным на рис. 1 максимальным градиентам по влажности и степени карбонизации бетона между наружными и внутренними (серединными) слоями стеновой панели при вышеуказанных сроках эксплуатации.

Коэффициент линейной деформации при изменении влажности от  $25-30$  до  $8-12\%$  для исследуемого газозолобетона может быть принят условно постоянным и равным  $\alpha(\theta)_1=1,2 \cdot 10^{-5}$  ( $0,012 \text{ мм/м}$ ) на  $1\%$  изменения влажности, а при изменении степени его карбонизации — на  $1\%$  —  $\alpha(\theta)_2=2,4 \cdot 10^{-5}$ . Модуль упругости автоклавного газозолобетона для расчета усадочных напряжений без учета влияния фактора карбонизации принимается равным  $E=2000 \text{ МПа}$ , а с учетом —  $1600 \text{ МПа}$ . Коэффициент Пуассона  $\mu$  на основе наших экспериментальных данных для исследуемого ячеистого бетона без учета и с учетом фактора карбонизации принимается равным  $0,2$ .

В таблице приведены расчетные значения усадочных напряжений в наружном поверхностном слое стеновой панели из газозолобетона с учетом ползучести, подсчитанные на основе этих данных по формулам (4)–(6).

Данные таблицы показывают, что первые усадочные трещины на поверхности газозолобетонных панелей могут появиться через  $5-6$  мес эксплуатации, так как величина расчетных суммарных напряжений от одновременного изменения влажности и степени карбонизации бетона к этому сроку составляет до  $0,51 \text{ МПа}$ , что превышает нормативное сопротивление ячеистого бетона растяжению для класса  $B2,5$ , равное  $R_{btm}=0,32 \text{ МПа}$ .

При анализе влияния каждого из этих факторов в отдельности на развитие собственных напряжений и на возможное появление поверхностных трещин в панелях видно, что они могут появиться к  $360$  сут эксплуатации как от изменения влажности бетона ( $\sigma_{yc,w}=0,54 \text{ МПа} > R_{btm}$ ), так и от процесса карбонизации ( $\sigma_{yc,ck}=0,38 \text{ МПа} > R_{btm}$ ).

В дальнейшем после достижения максимального перепада влажности ячеистого бетона на поверхности панели и в ее середине (через  $365$  сут) основное влияние на последующее увеличение собственных напряжений с возможным появлением новых усадочных трещин в теле бетона оказывает именно процесс карбонизации, максимальный перепад для которого наступает примерно к  $1100$  сут эксплуатации.

Как следует из таблицы, карбонизационные напряжения за этот период увеличились почти в два раза, от  $0,38$  до  $0,75 \text{ МПа}$ , а напряжения, вызванные изменением

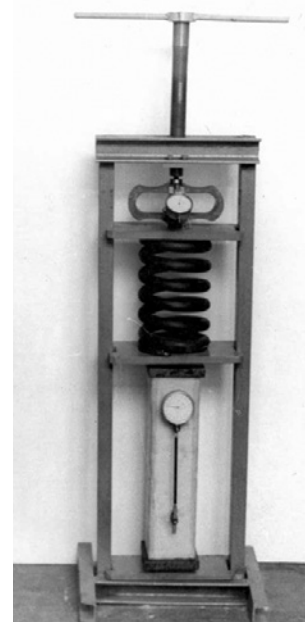


Рис. 2. Пружинная установка для исследования ползучести и релаксации напряжений в ячеистом бетоне

Усадочные напряжения в поверхностном слое газозолобетонной панели

| Усадочные напряжения, МПа     |   | Время, сут |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|---|------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                               |   | 10         | 20    | 30   | 60   | 120  | 180  | 360  | 420   | 480  | 540  | 600   | 660  | 720  | 780  | 840  | 900  | 960  | 1020 |      |
| От воздействия карбоангидрида | Упругие $\sigma_{у,ск}$   | 0,043      | 0,09  | 0,13 | 0,26 | 0,51 | 0,76 | 1,47 | 1,7   | 1,92 | 2,14 | 2,35  | 2,56 | 2,77 | 2,97 | 3,17 | 3,35 | 3,55 | 3,73 |      |
|                               | Коэф. затухания напряжения, $H^*(t)$                              | 0,46       | 0,42  | 0,38 | 0,33 | 0,3  | 0,28 | 0,26 | 0,255 | 0,25 | 0,24 | 0,235 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| От воздействия влаги          | С учетом ползучести $\sigma_{у,ск}=\sigma_{у,ск} \times H^*(t)$   | 0,02       | 0,04  | 0,05 | 0,09 | 0,15 | 0,21 | 0,38 | 0,43  | 0,48 | 0,52 | 0,55  | 0,59 | 0,61 | 0,62 | 0,63 | 0,67 | 0,71 | 0,75 |      |
|                               | Упругие $\sigma_{у,с,в}$  | 0,027      | 0,05  | 0,08 | 0,16 | 0,32 | 0,47 | 0,9  | 1,04  | 1,16 | 1,17 | 1,18  | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 |
| От воздействия влаги          | Коэф. затухания напряжения, $H^*(t)$                              | 0,85       | 0,82  | 0,78 | 0,76 | 0,7  | 0,64 | 0,59 | 0,58  | 0,57 | 0,56 | 0,55  | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 | 0,54 |
|                               | С учетом ползучести $\sigma_{у,с,в}=\sigma_{у,с,в} \times H^*(t)$ | 0,023      | 0,04  | 0,06 | 0,12 | 0,22 | 0,3  | 0,54 | 0,6   | 0,66 | 0,66 | 0,65  | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| Суммарные напряжения          | С учетом ползучести $\sigma_{у,ск}=\sigma_{у,с,в}$                | 0,043      | 0,081 | 0,11 | 0,21 | 0,37 | 0,51 | 0,92 | 1,03  | 1,14 | 1,18 | 1,2   | 1,23 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,31 | 1,35 | 1,39 |      |

ем влажности, — на 20%. При этом расчетные суммарные растягивающие напряжения от влажностно-карбонизационных воздействий с учетом ползучести бетона в наружном слое панели достигают значений 1,39 МПа, что безусловно может привести к возникновению и на этой стадии новых усадочных трещин различной ширины и глубины.

Полученные нами расчетные значения усадочных напряжений в наружных слоях стеновых панелей из газозолобетона и характер (динамика) их развития при одновременном протекании в них влагообменных и карбонизационных процессов являются теоретическим обоснованием тех практических выводов, которые были сделаны более 35–40 лет назад Е.С. Силаенковым и его сотрудниками [8] при обширных натурных исследованиях жилых домов с наружными ограждающими конструкциями из автоклавных ячеистых бетонов на предмет их эксплуатационной трещиностойкости и долговечности.

На базе этих исследований отмечалось, что в период их эксплуатации от 5–6 мес до 1,5 лет появляются одиночные трещины шириной 0,2–0,3 мм, доходя в отдельных случаях до 0,5–0,7 мм, разделяющие панель на отдельные участки, что соответствует в нашем случае максимальному перепаду влажности бетона на поверхности панели и в ее середине. В последующем образуются трещины меньшей ширины, чем первоначальные (0,15–0,25 мм), но в большем количестве и локализуются внутри участков, ограниченных первоначальными трещинами. Можно действительно утверждать, что первые усадочные трещины, которые появились на наружной поверхности панелей, являются следствием высыхания, а последующие — от влияния фактора карбонизации ячеистого бетона.

**Выводы.**

1. Теоретические расчеты, произведенные с использованием предлагаемого автором метода для определения с учетом ползучести усадочных напряжений в поверхностных слоях ячеисто-бетонных стеновых панелей, при одновременном воздействии влагообменных и карбонизационных процессов, позволили впервые получить сведения об особенностях и характере их развития, а также данные о соотношении влияния каждого из этих процессов на величину возникающих напряжений при разных сроках эксплуатации.

2. Выявлено, что в отдельных случаях усадочные напряжения в наружных слоях стеновой панели, подсчитанные с учетом ползучести, составляют до 20–50% от значений, вычисленных методами теории упругости. Следовательно, для достоверной оценки конструкционной трещиностойкости ячеистых бетонов в ограждающих конструкциях расчет их напряженного состояния от влажностно-карбонизационных воздействий необходимо вести с учетом влияния ползучести.

3. Данный метод позволяет также вычислить с учетом реологических свойств материала предельную суммарную величину собственных напряжений в теле бетона у наружной поверхности панели, при которых могут образоваться усадочные трещины от совместного протекания в них влагообменных и карбонизационных процессов, а также определить расчетную глубину и ширину этих трещин. Это, в свою очередь, дает возможность более обоснованно учитывать влияние этих факторов на эксплуатационную трещиностойкость ячеисто-бетонных изделий и разработать уже на стадии их изготовления соответствующие мероприятия технологического характера в целях повышения предела прочности бетона на растяжение и для снижения влажностных и карбонизационных усадочных деформаций.



## Список литературы

1. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести. М.: Стройиздат, 1973. 417 с.
2. Александровский С.В. Долговечность наружных ограждающих конструкций. – М.: Стройиздат, 2004. 332 с.
3. Ползучесть и усадка бетона и железобетонных конструкций / Под ред. С.В. Александровского. М.: Стройиздат, 1976, 351 с.
4. Арутюнян Н.Х. Некоторые вопросы теории ползучести. М.Л.: Гостехиздат, 1952. 324 с.
5. Арутюнян Н.Х., Колмановский В.В. Теория ползучести неоднородных тел. М.: Наука, 1983. 336 с.
6. Васильев П.И. Приближенный способ учета деформаций ползучести при определении температурных напряжений в массивных бетонных плитах // *Известия ВНИИГ*, т. 47, 1952. С. 120–128.
7. Тамразян А.Г., Есяян С.Г. Механика ползучести бетона. М.: МГСУ, 2012. 524 с.
8. Силаенков Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. М.: Стройиздат, 1986. 176 с.
9. Силаенков Е.С., Батаев Д.К.-С., Мажиев Х.Н., Газиев М.А. Повышение долговечности конструкций и изделий из мелкозернистых ячеистых бетонов при эксплуатационных воздействиях. Грозный, 2015. 355 с.
10. Славчева Г.С., Чернышов Е.М. Алгоритм конструирования структуры цементных пенобетонов по комплексу задаваемых свойств // *Строительные материалы*. 2016. № 9. С. 58–64.
11. Чернышов Е.М., Славчева Г.С. Управление эксплуатационной деформируемостью и трещиностойкостью макропористых (ячеистых) бетонов Ч.1 Контекст проблемы и вопросы теории // *Строительные материалы*. 2014. № 1. С.105–112.
12. Батаев Д.К.-С., Газиев М.А., Пинскер В.А., Чепурненко А.С. Теория расчета усадочных напряжений в ячеисто-бетонных стеновых панелях при карбонизационных процессах с учетом ползучести // *Вестник МГСУ*. 2016. № 12. С. 11–22.
13. Апкаров Ш.И., Батаев Д. К.-С., Газиев М.А., Мажиев Х.Н. Оценка трещиностойкости ячеисто-бетонных изделий при влажностных и карбонизационных деформациях с учетом релаксации напряжений // *Вестник ДГТУ*. 2017. Т. 44. № 2. С. 151–161.
14. Газиев М.А., Флорова М.Р. Карбонизация и ползучесть газозобетона в панелях жилых зданий на Среднем Урале / В кн.: Влияние климатических условий и режимов нагружения на деформации и прочность конструктивных бетонов и элементов железобетонных конструкций. Тбилиси, 1985. С. 15–16.
15. Газиев М.А. Релаксация напряжений в автоклавных ячеистых бетонах с учетом их старения вследствие карбонизации // Работоспособность композиционных строительных материалов в условиях воздействия различных эксплуатационных факторов: Межвузовский сборник. Казань: КИСИ, 1985. С. 44–46.
16. Батаев Д.К.-С., Мажиев Х.Н., Муртазаев С.-А.Ю., Газиев М.А. Релаксация сжимающих напряжений в мелкозернистом ячеистом бетоне // *Современные строительные материалы, технологии и конструкции: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» (24–26 марта 2015 г., г. Грозный)*. В 2 т. Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2015. Т. 1. С. 166–171.
17. Федин А.А. Научно-технические основы производства и применения силикатного ячеистого бетона. М.: ГАСИС, 2002. 264 с.
18. om polzuchesti [Calculation of concrete and reinforced concrete structures for temperature and humidity changes taking into account creep]. Moscow: Stroyizdat. 1973. 417 p.
19. Aleksandrovskiy S.V. Dolgovechnost' naruzhnykh ograzhdajushhih konstrukcij [Durability of external building envelop]. Moscow: Stroyizdat. 2004. 332 p.
20. Polzuchest' i usadka betona i zhelezobetonnnykh konstrukcij [Creep and shrinkage of concrete and reinforced concrete structures. Under the editorship of S.V. Alexandrovskij]. Moscow: Stroyizdat. 1976. 351 p.
21. Arutyunyan N.H. Nekotorye voprosy teorii polzuchesti [Some questions in the Creep Theory]. Moscow-Leningrad: Gostekhizdat. 1952. 324 p.
22. Arutyunyan N.H., Kolmanovskiy V.V. Teorija polzuchesti neodnorodnykh tel [Creep Theory of heterogeneous bodies]. Moscow: Nauka. 1983. 336 p.
23. Vasilyev P.I. Approximate method of creep deformations account at determination of temperature stresses in massive concrete slabs. *Izvestiya of VNIIG*. 1952. Vol. 47, pp. 120–128. (In Russian).
24. Tamrazyan A.G., Esayan S.G. Mehanika polzuchesti betona [Creep Mechanics of concrete]. Moscow: MGSU. 2012. 524 p.
25. Silaenkov E.S. Dolgovechnost' izdelij iz jacheistykh betonov [Durability of products from aerated concrete]. Moscow: Stroyizdat. 1986. 176 p.
26. Silenkov E.S., Bataev D.K.-S., Madzиеv H.N., Gaziev M.A. Povyshenie dolgovechnosti konstruksii i izdelii iz melkozernistykh yacheistykh betonov pri ekspluatatsionnykh vozdeistviyakh [Increase of durability of building structures made from fine-grained concrete under operational impacts]. Grozny. 2015. 355 p.
27. Slavcheva G.S., Chernyshov E.M. Algorithm for designing the structure of cement foam concrete by the complex of defined properties. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 9, pp. 58–64. (In Russian).
28. Chernyshov E.M. Slavcheva G.S. Management of operational deformation and crack resistance of macro-porous (cellular) concrete, Part 1. The context of the problem and theory questions. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 1, pp. 105–112. (In Russian).
29. Bataev D.K.-S., Gaziev M.A., Pinsker V.A., Chepurnenko A.S. The theory of shrinkage stress calculation in aerated concrete wall panels under carbonizing processes taking into account creep. *Vestnik MGSU*. 2016. No. 12, pp. 11–22. (In Russian).
30. Apkarov Sh.I., Bataev D.K.-S., Gaziev M.A., Majiev H.N. Estimation of crack resistance of aerated concrete products in humid and carbonizing deformations taking into account stress relaxation. *Vestnik DSTU*. 2017. Vol. 44. No. 2, pp. 151–161. (In Russian).
31. Gaziev M.A., Florova M.R. Karbonizatsiya i polzuchest' gazozobetona v panelyakh zhilykh zdaniy na srednem Urале / V kn. Vliyanie klimaticheskikh uslovii i rezhimov nagruzheniya na deformatsii i prochnost' konstruksionnykh betonov i elementov zhelezobetonnnykh konstruksii [Carbonation and creep of aerated concrete in panels of residential buildings in the Middle Urals / In the book. Influence of climatic conditions and loading regimes on deformation and strength of structural concretes and elements of reinforced concrete structures]. Tbilisi. 1985, pp. 15–16. (In Russian).
32. Gaziev M.A. Stress Relaxation in autoclaved aerated concrete taking into account their aging due to carbonation. *Performance of composite building materials under the impact of various operational factors: Interuniversity collection*. Kazan 1985, pp. 44–46. (In Russian).
33. Batayev D.K.-S., Majiev H.N., Murtazaev S.-A.Yu., Gaziev M.A. Relaxation of compressive stresses in fine-grained aerated concrete. *Modern building materials, technologies and structures. Materials of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 95th anniversary of the Grozny State Oil Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov*. Grozny. March 24–26, 2015, pp. 166–171. (In Russian).
34. Fedin A.A. Nauchno- tehicheskie osnovy proizvodstva i primeneniya silikatnogo jacheistogo betona [Scientific and technical bases of production and application of silicate aerated concrete]. Moscow: Publishing GASIS. 2002. 264 p.

## References

1. Aleksandrovskiy S.V. Raschet betonnykh i zhelezobetonnnykh konstruksij na izmeneniya temperatury i vlazhnosti s uchet-

С.В. АНИСИМОВА<sup>1</sup>, канд. хим. наук; Ю.Н. ШУРЫГИНА<sup>2</sup>, химик, С.М. ПАВЛИКОВА<sup>2</sup>, химик; А.Е. КОРШУНОВ<sup>1</sup>, магистр (korshynov@gmail.com)

<sup>1</sup> Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65)

<sup>2</sup> ООО «Компания Хома» (606000, Россия, Нижегородская область, г. Дзержинск, промзона, корп. 74)

## Полимерные водные дисперсии в технологиях применения сухих строительных смесей

Обосновано совместное результативное использование сухих строительных смесей на основе минеральных вяжущих и полимерных водных дисперсий стирол-акриловых сополимеров. Сформулированы критерии для выбора вида полимерных продуктов при применении их в качестве грунтовок для минеральных поверхностей, водоотталкивающих пропиток и затворителей сухих строительных смесей специального назначения (гидроизоляционные обмазки и полимерцементные клеевые составы). Рекомендуемые для каждой решаемой задачи материалы отличаются составом сополимеров и имеют определенные показатели. Представлены доступные методы испытаний и результаты оценки основных эксплуатационных свойств получаемых покрытий и композиций. Подтвержденное исследованиями применение полимерных водных дисперсий эффективно в технологиях работ с сухими строительными смесями, отвечающими современным требованиям строительства.

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси, стирол-акриловые дисперсии, строительные грунтовки, полимерцементные клеи, эластичная гидроизоляция.

**Для цитирования:** Анисимова С.В., Шурьгина Ю.Н., Павликова С.М., Коршунов А.Е. Полимерные водные дисперсии в технологиях применения сухих строительных смесей // *Строительные материалы*. 2018. № 3. С. 80–84.

S.V. ANISIMOVA<sup>1</sup>, Candidate of Sciences (Chemistry); Yu.N. SHURYGINA<sup>2</sup>, Chemist, S.M. PAVLIKOVA<sup>2</sup>, Chemist; A.E. KORSHUNOV<sup>1</sup>, Magister (korshynov@gmail.com)

<sup>1</sup> Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (65, Il'inskaya Street, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation)

<sup>2</sup> ООО "Homa Company" (4, Industrial zone, Dzerzhinsk, 606000, Nizhny Novgorod Oblast, Russian Federation)

### Polymeric Water Dispersions in Technologies of Dry Building Mixes Application

The joint resultative application of dry building mixes on the basis of mineral binders and polymeric water dispersions of styrene-acrylic copolymers is substantiated. Criteria for the selection of a type of polymeric products when using them as primers for mineral surfaces, water-repellent impregnators and solvents for dry building mixes of special purposes (waterproofing coatings and polymer-cement glue compositions) are formulated. Materials recommended for each solved problem differ in the composition of copolymers and have certain indicators. Available test methods and assessment results of the main operational properties of the coatings and compositions obtained are presented. The use of polymeric water dispersions confirmed by studies is efficient in technologies of works with dry building mixes meeting the modern construction requirements.

**Keywords:** dry building mixes, styrene-acrylic dispersions, building primers, polymer-cement glues, elastic waterproofing.

**For citation:** Anisimova S.V., Shurygina Yu.N., Pavlikova S.M., Korshunova A.E. Polymeric Water dispersions in technologies of dry building mixes application. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 3, pp. 80–84. (In Russian).

Устойчивый рост производства и потребления сухих строительных смесей поддерживается внедрением новых технологий их применения. Одним из результативных приемов является совместное использование составов на основе минеральных вяжущих и полимерных водных дисперсий [1–7]. Это возможно как при формировании самостоятельных послойных покрытий, так и при непосредственном смешении сухой минеральной и жидкой органической части для решения различных задач при общестроительных и специальных работах.

Общеизвестно, что грунтовки на основе водных дисперсий акриловых и стирол-акриловых сополимеров используются при выполнении отделочных работ там, где необходимо тщательно подготовить пористые минеральные основания, например перед устройством наливных полов, при тонкослойном оштукатуривании, шпатлевании с целью усиления межслойной адгезии. Процесс проникновения полимерных частиц в пористые поверхности определяется как свойствами минеральной основы (пористостью, влажностью), так и характеристиками полимерных дисперсий (поверхностным натяжением, концентрацией и размером частиц полимера, возможностью закрепления на минеральной поверхности вследствие физических и химических процессов, условиями пленкообразования при дальнейшей сушке). В результате правильного выбора и применения соответствующих грунтовочных составов заметно повышается качество, в том числе и фи-

нишной отделки с использованием сухих строительных смесей. Вследствие попадания и закрепления полимера в поверхностных порах уменьшается и выравнивается водопоглощение поверхности, что обеспечивает равномерное нанесение и уменьшение расхода последующих декоративных или лакокрасочных покрытий. Одновременно грунтовок могут включать в своем составе специально вводимые компоненты, предотвращающие появление биоразрушений и усиливающие стойкость к высолообразованиям.

Основу водно-дисперсионных грунтовок, как правило, составляет полимерная водная дисперсия, и именно этот компонент должен определять перечисленные свойства грунтовочных составов. Требованиями к полимерным продуктам, используемым для этих целей, являются:

- возможность пленкообразования при температуре окружающей среды 5–35°C (диапазон температуры при проведении работ в условиях строящихся объектов);
- агрегативная устойчивость полимерной дисперсии при разведении водой и введении специальных добавок;
- отсутствие вспенивания при нанесении;
- хорошее смачивание различных минеральных поверхностей;
- отсутствие запаха, в том числе и при обработке цементосодержащих материалов;
- глубокое проникновение частиц дисперсии внутрь закрепляемых слоев;



- быстрое высыхание;
- прочное связывание рыхлых осыпающихся участков поверхности при высыхании;
- обеспечение сцепления последующих отделочных материалов с обработанной поверхностью.

В ходе ранее выполненных исследований [8, 9] установлено влияние размера частиц полимерных дисперсий марок povorol, предлагаемых для производства грунтовок, на эффективность их закрепления на минеральных основаниях. Связующая способность исследуемых дисперсий, разбавленных водой до концентрации 12%, оценена путем пропитки специально изготовленной пористой подложки из мела [10]. Для этого готовили водную пасту с содержанием мела МТД-2 65%, затем просушивали пасту высотой 1 см в форме при 60°C до постоянной массы. На полученной меловой пластине выделяли участки площадью 2500 мм<sup>2</sup> и на них наносили строго определенное количество грунтовоочной дисперсии. После просушивания меловую пластину размывали водой, скрепленные полимером участки выделяли, высушивали и взвешивали.

По количеству закрепленного мела судили об увеличении глубины проникновения дисперсии (рис. 1). На основании этого установлено, что стирол-акриловая дисперсия povorol 006С с диаметром частиц до 60 мкм обладает наибольшим проникновением и связыванием мела, поэтому рекомендуется для производства грунтовок по трудновпитывающим основаниям. Полимерные дисперсии povorol 110 AF, povorol 001, povorol 130E с размером частиц 100–200 нм имеют меньшую проникающую способность и пригодны для применения в составе грунтов, укрепляющих поверхности.

Другой задачей грунтования является повышение водостойкости мелкопористых конструктивных и отделочных материалов, в том числе выполненных из сухих строительных смесей. Чтобы исключить доступ воды в толщу оснований, необходимо создать преграду на поверхности или придать внутренним гидрофильным стенкам капилляров и пор гидрофобные (водоотталкивающие) свойства.

Основными требованиями к полимерным водным дисперсиям для подобных составов являются:

- возможное регулирование вязкости при загущении дисперсии (для удобства применения при нанесении за один проход достаточного для защиты количества пропитки);
- возможность подкрашивания составов для контроля обработанных участков;
- быстрое высыхание;
- образование влагоизолирующей пленки внутри обработанного материала или на его поверхности.

Для производства водоотталкивающих пропиток выбраны водные дисперсии стирол-акриловых полимеров homacryl-125H, homacryl-126H и homacryl-151W, которые имеют близкие коллоидно-химические характеристики и доказанную водостойкость формируемых пленок, но отличаются составом сополимеров, влияющим на физико-механические свойства. Для изучения защитных свойств пропиток дисперсии были разбавлены до концентрации 12% и нанесены на поверхность газосиликатного блока D600 (средняя плотность 600 кг/м<sup>3</sup>). Затем покрытия высушивались при температуре 20±2°C в течение 7 сут. Качество влагозащиты оценено по известной методике [11] с помощью трубки Карстена. Время поглощения воды отмечалось в четырех точках объема ее впитывания по снижению уровня в трубке на 1; 2; 3; 4 мл. На рис. 2 представлены результаты испытаний образцов, в ходе которых доказано, что время проникновения определенных объ-

Основные свойства влагозащитной грунтовки

|   |   |
|---|---|
| Внешний вид   | Однородная вязкая жидкость                      |
| Цвет  | Колеруется для контроля равномерности нанесения |
| Массовая доля нелетучих веществ, %  | 30  |
| Плотность, г/см <sup>3</sup>  | 1   |
| pH  | 8–9   |
| Вязкость по Брукфильду (20±0,5°C, RVТ6/30), мПа·с   | 1200–2000                                       |
| Расход на один слой, г/м <sup>2</sup>   | 90–120  |
| Время высыхания до степени 3 (сухая на ощупь) при температуре 20°C и относительной влажности 60%, ч | не более 2                                      |

емов воды в поверхности, обработанные дисперсиями homacryl, сравнимо с данными показателями для импортного аналога. Основные свойства влагозащитной пропитки на основе дисперсии homacryl 151W представлены в табл. 1.

Другое активно развивающееся направление использования акриловых и стирол-акриловых дисперсий связано с тем, что введение полимерных компонентов в сухие строительные смеси и составы на основе портландцемента рационально для придания специальных свойств получаемым материалам и покрытиям. Использование полимерных водных дисперсий в качестве затворителей цементных смесей позволяет создать растворы, пасты, клеи, компаунды, защитные и декоративные покрытия, отличающиеся адгезией, эластичностью, водостойкостью, водонепроницаемостью, ударной прочностью и прочностью на разрыв, износостойкостью, долговечностью и др. [12–16].

Для получения технологичных полимерцементных растворов при затворении цементной части непосредственно водной дисперсией от полимерной составляющей требуется:

- высокая коллоидная стабильность, обеспечивающая совместимость с цементом;
- определенное реологическое поведение дисперсии при наполнении и сохранение его во времени;
- содержание в дисперсиях специальных добавок для улучшения способности удерживать воду, необходимую для твердения минерального вяжущего;
- минимальное содержание в дисперсии остаточных мономеров и аммиачных соединений, определяющее отсутствие запаха при использовании;
- определенные физико-механические характеристики свободных пленок полимеров и полимерцементных составов;
- высокая адгезионная прочность формируемых покрытий к различным поверхностям.

В успешно распространяющихся современных технологиях использование гидроизоляционных обмазочных составов выполняется при затворении так называемым эластификатором (водной полимерной дисперсией) сухой смеси, состоящей из цементного вяжущего, минеральных заполнителей, армирующих волокон и модифицирующих добавок. Подобные полимерцементные композиции отличаются быстротой приготвления на месте использования и удобством нанесения ручным или механическим способом, возможностью обработки поверхностей любых форм за

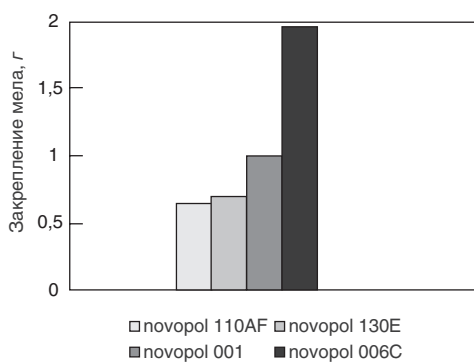


Рис. 1. Оценка проникающей способности дисперсий novopol в минеральные основания по закреплению мела

короткое время, обеспечением надежности защиты при умеренных расходах, а также безопасностью для здоровья при применении и эксплуатации. В настоящее время на рынке строительных материалов подобного назначения представлена в основном импортная продукция или выпускающаяся в России с использованием импортного полимерного сырья. Предлагаемые составы представляют собой специально подобранные комплекты, состоящие из сухой части (компонент 1) и жидкой части — эластификатора (компонент 2), поставляемые для замеса при использовании в соотношениях 2,5:1 — 3:1.

На основании результатов проведенных исследований разработана технология промышленного получения стирол-акриловых дисперсий марок homacryl 125H и homacryl 126H, в настоящее время уже выпускающихся ООО «Компания Хома».

Стирол-акриловая дисперсия homacryl 125H с температурой стеклования  $-35^{\circ}\text{C}$  разработана для решения проблем гидроизоляции, совмещенных с необходимостью сохранения высокой эластичности покрытий или перекрытия трещин при отрицательной температуре (ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ ), функционирующих в том числе и при атмосферных воздействиях.

Стирол-акриловая дисперсия homacryl 126H с температурой стеклования  $-23^{\circ}\text{C}$  разработана для создания прочных и эластичных гидроизоляционных мембран, например наносимых перед дальнейшей облицовкой защищаемой бетонной поверхности керамической плиткой.

Для изучения свойств полимерцементных растворов составов и формирующихся гидроизоляционных покрытий образцы готовились следующим образом. В качестве сухой части использовалась цементная смесь одного определенного состава. Вяжущая активность сухой смеси контролировалась прибором ИАЦ-04М и составляла 27–30 МПа. При перемешивании на лабораторной мешалке со скоростью 300 об./мин сухая смесь порционно вводилась в полимерную дисперсию (соотношение сухая смесь: дисперсия = 3:1) в течение 1 мин и перемешивание продолжалось до 5 мин. Затем полученный полимерцементный раствор выдерживался 5 мин без перемешивания для продолжения процессов распределения редиспергируемых добавок, имеющихся в цементной части. После этого производилось повторное перемешивание в течение 5 мин.

Приготовленные полимерцементные растворные составы со средней плотностью 1,5–1,7 кг/л характеризовались значениями динамической вязкости 14000–21000 мПа·с (данные получены на вискозиметре Брукфильда), что свидетельствует об их удовлетворительной удобоукладываемости. Жизнеспособность приготовленных составов составляла не менее 60 мин после затворения цементной части полимерной дисперсией.

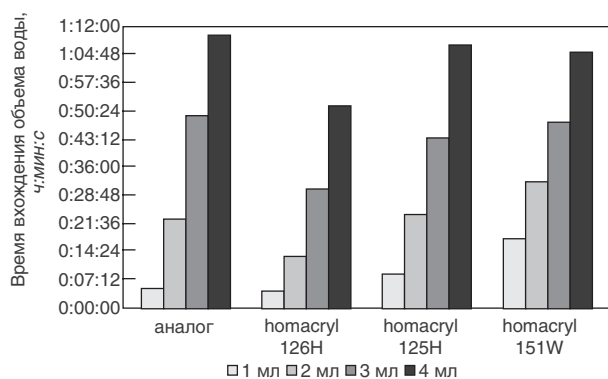


Рис. 2. Характер проникновения воды в поверхность газосиликатного блока, обработанного полимерными дисперсиями

С помощью шаблона размером  $120 \times 40 \times 2$  мм выполнялось нанесение приготовленных составов шпателем на антиадгезионную основу для формирования образцов свободных пленок полимерцементной эластичной гидроизоляции. Отверждение и выдержка формирующихся покрытий происходили в воздушно-сухих условиях при температуре  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  и влажности воздуха менее 50%. Толщина полученных образцов составляла 1500–1700 мкм. Подготовленные пленки испытывались после выдержки 7 и 28 сут с учетом характера пленкообразования полимерных дисперсий и твердения цементных вяжущих.

Физико-механические свойства покрытий (прочность на разрыв и относительное удлинение при разрыве) определялись по ГОСТ 26589–94 на образцах-лопатках, вырубленных из пленок. Испытания проводились на разрывной машине Shimadzu AGS-X 5 kN при скорости перемещения захватов 500 мм/мин. Дополнительно изучено изменение характеристик после выдержки пленок в возрасте 28 сут в воде в течение 1 сут. Установлено, что значения прочности и относительного удлинения сформированных пленок зависят от состава полимерной дисперсии, использованной на затворение цементной части. При сравнении полученные данные в периоды твердения 7 и 28 сут, отмечено, что наблюдается некоторое укрепление структуры при снижении эластичности полимерцементных покрытий. Значения прочности и относительного удлинения пленок близки и сопоставимы со значениями свойств аналогов (рис. 3, 4). При выдержке в воде полимерцементные пленки сохраняют эластичность и прочность, хотя их значения снижены. Это объясняется тем, что при наличии полимера, набухающего в воде, создаются условия для изменения прочности контактов его сцепления с минеральной частью. После высушивания покрытий их прочностные свойства восстанавливаются.

Гидроизоляционные защитные свойства полимерцементных покрытий оценивались при гравиметрическом определении водопоглощения образцов пленок размером  $20 \times 20$  мм, помещенных в дистиллированную воду или в 3% раствор NaCl. Предварительно установлено, что водопоглощение образцов в возрасте более 7 сут практически не изменяется, что объясняется преобладающим влиянием полимерного составляющего на свойства покрытий.

Фиксировались данные водопоглощения через 1 и 7 сут погружения в испытательные среды. Установлено, что все изученные полимерцементные композиции характеризуются близкими значениями водопоглощения независимо от состава сополимера, что объясняется прежде всего соблюдением одинакового полимерцементного соотношения (П/Ц). В присутствии воды за 7 сут погружения водопоглощение пленок



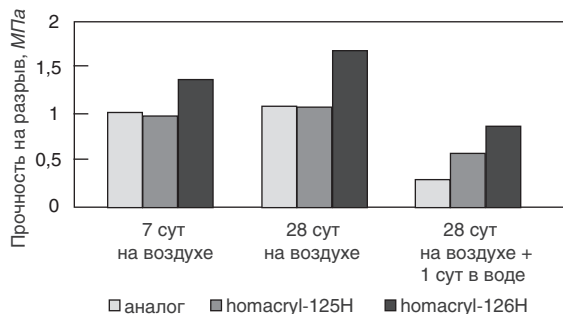


Рис. 3. Прочность образцов полимерцементных пленок

увеличивается до 8–12%, а в присутствии 3%-го раствора NaCl – 5–7%, что согласуется со свойствами составов-аналогов.

Для изучения состояния гидроизоляционных покрытий при отрицательной температуре образцы пленок в возрасте более 28 сут испытаны по ГОСТ 26589–94 при определении гибкости на брусках различных радиусов  $25 \pm 5$  мм. При визуальном осмотре фиксировалось отсутствие трещин в месте изгиба или наличие полного разрушения материала. Как и ожидалось, сохранение эластичности пленок при температуре  $-20^\circ\text{C}$  достигается при использовании дисперсии homacryl-125H с температурой стеклования  $-35^\circ\text{C}$ .

Оценка теплостойкости проведена путем выдержки сформированных на металлических пластинах полимерцементных пленок в сушильном шкафу в вертикальном положении при температуре, достигающей  $150 \pm 2^\circ\text{C}$ . Время испытания 2 ч. После испытания внешний вид покрытий не изменился: стекание, растрескивание и прочие дефекты отсутствуют.

Проведены испытания для оценки стойкости полимерцементных покрытий к воздействию агрессивных сред путем погружения образцов в различные растворы на 24 ч при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Рассчитывался привес массы образцов. На основе полученных данных установлено, что изученные покрытия являются устойчивыми к действию растворов щелочей, солей, масел и нефтепродуктов и неустойчивыми по отношению к растворам кислот и полярным растворителям.

Прочность сцепления полимерцементных составов с бетонной поверхностью устанавливалась в возрасте покрытий 7 и 28 сут при отрыве закрепленных металлических анкеров с помощью адгезиметра ОНИКС-АП. Снимались показания прибора в момент отрыва образца размером  $50 \times 50$  мм от защищаемой поверхности. Во всех случаях наблюдался когезионный характер разрушения, показания прочности при отрыве фиксировались в диапазоне 0,6–1 МПа.

Еще одним востребованным направлением использования полимерных водных дисперсий в технологиях специальных строительных смесей является создание клеевых растворов или полимерцементных клеев для крепления плит из керамики, природного камня и искусственных материалов на цементной и гипсовой основе. Такие материалы представляют собой двухкомпонентные составы белого или серого цвета на основе сухих смесей, состоящих из специаль-

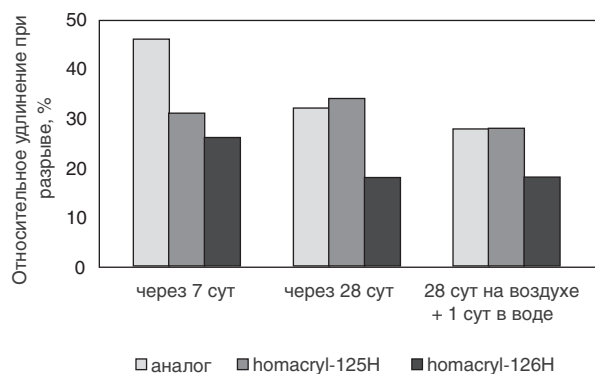


Рис. 4. Эластичность образцов полимерцементных пленок

ных вяжущих, кварцевого песка (сухая смесь 4–5 частей) и полимерной дисперсии (жидкий компонент 1 часть). Именно присутствие полимерной дисперсии определяет быстрое схватывание и набор прочности клеевого соединения с повышенными адгезионными характеристиками.

Основные требования к подобным композициям:

- быстрое схватывание и короткое время затвердевания;
- высокая прочность сцепления с основаниями (адгезионная прочность), в том числе при воздействии механических и термических нагрузок;
- формирование полимерцементного шва без усадки и растрескиваний;
- устойчивость клеевого шва к разбавленным химическим агентам, к ударам и перепадам температур.

Среди выпускаемых ООО «Компания Хома» продуктов выделены povopol 001A и homacryl-126H, предлагаемые к применению в качестве таких компонентов полимерцементных плиточных клеев. Необходимо обратить внимание на то, что для эффективного использования полимерную дисперсию рекомендуется предварительно развести водой до 20% концентрации.

В ходе проведенных оценочных испытаний при фиксировании плитки из керамогранита (водопоглощение не более 0,5%) к бетонной поверхности с применением полимерцементных клеевых составов на основе указанных продуктов и аналога (состав сухой части одинаковый) и при дальнейшей оценке адгезионных свойств клеевого соединения установлено, что характер отрыва с усилием до 4500–5000 Н во всех случаях когезионный по бетонному основанию, а межслойная адгезия с участием полимерцементного клея превышает значение 1,7 МПа. Это свидетельствует о надежном креплении отделочных материалов разной природы, в том числе и с низкой пористостью. Сформированный клеевой шов устойчив к ударам, вибрации, перепадам температуры, старению, а также к разбавленным химическим агентам. Произведена оценка эксплуатационных свойств клеев для фиксации различных отделочных материалов.

Таким образом, обоснованное исследованиями применение полимерных водных дисперсий эффективно для создания материалов на основе сухих строительных смесей, отвечающих современным требованиям строительства.

#### Список литературы

1. Войтович В.А. Цементно-поливинилацетатные адгезивы как альтернатива сухим строительным смесям // *Клеи. Герметики. Технологии*. 2008. № 9. С. 7–10.

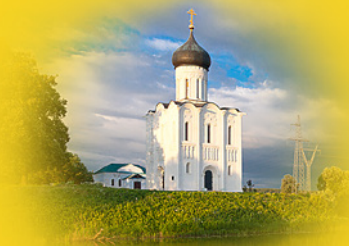
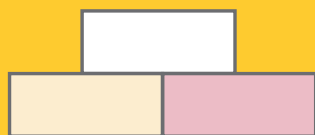
#### References

1. Voitovich V.A. Cement and polyvinyl acetate adhesives as alternative to dry construction mixes. *Klei. Germetiki. Tekhnologii*. 2008. No. 9, pp. 7–10. (In Russian).

2. Патент РФ № 2159749. *Сухая строительная смесь и способ приготовления клеевой композиции* / Титов Ю.Н., Рахмин В.Н., Александров А.В., Быкова С.Т., Коптелова Е.К., Гонтарь Ю.В. Заявл. 15.11.1999. Опубл. 27.11.2000. Бюл. № 12.
3. Мальцева И.В. Сухие гидроизоляционные смеси // *Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал*. 2016. № 4. [http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_53\\_Maltseva.pdf\\_dca958ed0e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_53_Maltseva.pdf_dca958ed0e.pdf) (дата обращения 13.03.2018).
4. Мальцева И.В., Мальцев Е.В. Эффективная эластичная гидроизоляция. *Материалы международной научно-практической конференции «Строительство – 2015: современные проблемы строительства»*. Ростов н/Д. 2015. С. 422–424.
5. Хозин В.Г., Абдулхакова А.А., Старовойтова И.А., Зыкова Е.С. Цементные композиции, модифицированные водной эмульсией эпоксидного олигомера // *Строительные материалы*. 2017. № 5. С. 73–77.
6. Налимова А.В. Влияние комплексной полимерной добавки на прочность и усадочные деформации цементного камня // *Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал*. 2012. № 1. <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/737> (дата обращения 13.03.2018).
7. Мешков П.И., Мокин В.А. Гидроизоляционные смеси // *Строительные материалы*. 2001. № 4. С. 12–13.
8. Анисимова С.В. Современные строительные отделочные материалы на основе полимерных водных дисперсий. *Великие реки' 2010: Труды XII Международного научно-промышленного форума «Великие реки' 2010»*. Н. Новгород: ННГАСУ. 2011. Т. 1. С. 187–190.
9. Анисимова С.В., Коршунов А.Е., Павликова С.М. и др. Использование полимерных водных дисперсий в грунтовочных составах для пористых минеральных оснований // *Приволжский научный журнал*. 2015. № 4. С. 61–69.
10. Анисимова С.В., Власова С.С. Выбор полимерных пленкообразователей для производства декоративных отделочных материалов. *Великие реки' 2012: труды XIV Международного научно-промышленного форума «Великие реки' 2012»*. Н. Новгород: ННГАСУ. 2013. Т. 1. С. 146–149.
11. Технические рекомендации на производство работ по очистке, антисептированию и гидрофобизации зданий и сооружений. М.: САЗИ, 2011. 32 с.
12. Попов К.Н. Полимерные и полимерцементные бетоны, растворы и мастики. М.: Высшая школа, 1987. 72 с.
13. Попова М.Н., Мусафирова Г.Я., Мусафиров Э.В., Адашкевич А.И. Модификация цементных вяжущих поливинилацетатной дисперсией // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 5. С. 59–61.
14. Мусафирова Г.Я., Грушевская Е.Н., Мусафиров Э.В. Модификация цементного вяжущего дисперсной добавкой вторичного полиамида // *Техника и технология силикатов*. 2015. Т. 2–2. № 3. С. 2–5.
15. Ильин А.Н. Полимерцемент как электроизоляционный материал для электротехнических систем // *Электротехнические системы и комплексы*. 2015. № 1. С. 25–27.
16. Ткач Е.В., Орешкин Д.В., Семенов В.С., Грибова В.С. Технологические аспекты получения высокоэффективных модифицированных бетонов заданных свойств // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 4. С. 65–67.
2. Patent RF 2159749. *Sukhaya stroitel'naya smes' i sposob prigotovleniya kleevoi kompozitsii* [Dry construction mix and way of preparation of glue composition]. Titov Yu.N., Rakhmin V.N., Aleksandrov A.V., Bykova S.T., Koptelova E.K., Gontar' Yu.V. Declared 15.11.1999. Published 27.11.2000. Bulletin No. 12. (In Russian).
3. Mal'tseva I.V. Dry waterproofing mixes. *Inzhenernyi vestnik Dona: online scientific journal*. 2016. No. 4. [http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_53\\_Maltseva.pdf\\_dca958ed0e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_53_Maltseva.pdf_dca958ed0e.pdf) (Data of access 13.03.2018).
4. Mal'tseva I.V., Mal'tsev E.V. Effective elastic waterproofing. *Materials of the international scientific and practical conference "Construction - 2015: modern problems of construction"*. Rostov-na-Donu. 2015, pp. 422–424. (In Russian).
5. Khozin V.G., Abdulkhakova A.A., Starovoitova I.A., Zykova E.S. Cement compositions modified with an aqueous emulsion of an epoxy oligomer. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 5, pp. 73–77. (In Russian).
6. Nalimova A.V. Influence of complex polymeric additive on durability and shrinkable deformations of a cement stone. *Inzhenernyi vestnik Dona: online scientific journal*. 2012. No. 1. <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2012/737> (Data of access 13.03.2018). (In Russian).
7. Meshkov P.I., Mokin V.A. Waterproofing mixes. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2001. No. 4, pp. 12–13. (In Russian).
8. Anisimova S.V. Modern construction finishing materials on the basis of polymeric water dispersions. *Great rivers' 2010: works XII of the international scientific and industrial forum "Great rivers' 2010"*. Nizhniy Novgorod: NNGASU. 2011. Vol. 1, pp. 187–190. (In Russian).
9. Anisimova S.V., Korshunov A.E., Pavlikova S.M., etc. Use of polymeric water dispersions in priming structures for the porous mineral bases. *Privolzhskii nauchnyi zhurnal*. 2015. No. 4, pp. 61–69. (In Russian).
10. Anisimova S.V., Vlasova S.S. The choice of polymeric film-forming agents for production of decorative finishing materials. *Great rivers' 2010: works XII of the international scientific and industrial forum "Great rivers' 2012"*. Nizhniy Novgorod: NNGASU. 2013. Vol. 1, pp. 146–149. (In Russian).
11. Tekhnicheskie rekomendatsii na proizvodstvo rabot po ochistke, antiseptirovaniyu i gidrofobizatsii zdaniy i sooruzhenii [Technical recommendations on works on cleaning, an antiseptirovaniye and gidrofobization of buildings and constructions]. Moscow: SAZI. 2011. 32 p.
12. Popov K.N. Polimernye i polimertsementnye betony, rastvory i mastiki [Polymeric and polimertsementny concrete, solutions and mastics]. Moscow: Vysshaya shkola. 1987. 72 p.
13. Popova M.N., Musafirova G.Ya., Musafirov E.V., Adashkevich A.I. Modification cement knitting polyvinyl acetate dispersion. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2014. No. 5, pp. 59–61. (In Russian).
14. Musafirova G.Ya., Grushevskaya E.N., Musafirov E.V. Modification of the cement secondary polyamide knitting disperse additive. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2015. Vol. 2–2. No. 3, pp. 2–5. (In Russian).
15. Il'in A.N. Polimertsement as electroinsulating material for electrotechnical systems. *Elektrotekhnicheskie sistemy i komplekсы*. 2015. No. 1, pp. 25–27. (In Russian).
16. Tkach E.V., Oreshkin D.V., Semenov V.S., Gribova V.S. Technological aspects of receiving the highly effective modified concrete of the set properties. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2012. No. 4, pp. 65–67. (In Russian).



# СИЛИКАТЭКС



## XII Международная конференция «Развитие производства силикатного кирпича»

10–11 октября 2018

Владимирская обл., г. Суздаль  
ГТК «Суздаль»



### Программа работы:

10 октября – пленарное заседание

11 октября – посещение ЗАО «Ковровский завод силикатного кирпича»



Спонсор конференции:



Организатор конференции – журнал



### Оргкомитет:

Руководитель проекта – Юмашев Алексей Борисович    Менеджер проекта – Горегляд Светлана Юрьевна

Телефон/факс: (499) 976-22-08, 976-20-36, (916) 123-98-29

silikatex@bk.ru    mail@rifsm.ru    www.silikatex.ru    www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3,  
редакция журнала «Строительные материалы»®

# За каким видом дорожных покрытий будущее?

1–2 марта 2018 г. при поддержке Федерального дорожного агентства Росавтодор в Москве состоялась II конференция о применении цемента и бетонов в дорожном строительстве: «RUCEM.RU: Цемент в дорожном строительстве»



В настоящее время в дорожной отрасли возрос интерес к технологии строительства автомобильных дорог с применением цементобетонов. Изучение соответствующих наработок, обмен накопленным опытом, как отечественным, так и мировым, в области устройства цементобетонных покрытий автомобильных дорог является одним из инструментов оценки перспективных направлений дальнейших исследований.

Приветствуя участников конференции «RUCEM.RU: Цемент в дорожном строительстве», начальник Управления научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства А.Н. Каменских отметил, что вопрос о строительстве цементобетонных дорог активно обсуждается. Необходимо изучить существующий опыт и адаптировать выбор материалов и технологий к российским реалиям.

Технология строительства дорог с применением цементобетонных покрытий используется в мире уже около 50 лет. В России бетонные дороги строились в 50–70-х гг. XX в. Они функционируют до сих пор. Однако из-за от-

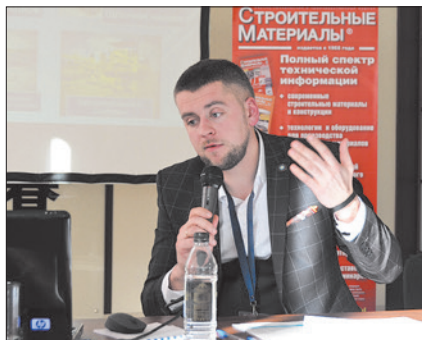
сутствия должного ухода и ремонта на них появились значительные разрушения.

В настоящее время в России есть опыт современного строительства и эксплуатации цементобетонных дорог. Из наиболее известных магистралей можно выделить М-4 «Дон». Однако на некоторых участках трассы из-за расслоения бетонной смеси произошло отделение цементного молока от крупного заполнителя, поэтому верхний слой, который испытывает основные нагрузки и воздействие от колес автомобилей, оказался без основного крупного заполнителя. Это впоследствии привело к его быстрому износу и образованию колеи. Предположительно причиной таких разрушений может быть нарушение технологии строительства, а также использование несоответствующих строительных материалов.

О требованиях стандартов к цементам для строительства автомобильных дорог рассказал С.П. Сивков, генеральный директор «ЦЕМИСКОН». Он подчеркнул, что с 1 сентября 2017 г. в РФ в полную силу вступил Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог». Для обеспечения требований безопасности







при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог общего пользования необходимо в обязательном порядке использовать материалы, отвечающие требованиям ГОСТ 33174–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Цементы. Технические требования», являющегося составной частью ТР ТС 014/2011. Однако многие цементные заводы работают по ГОСТ 10178–85 «Цемент и шлакопортландцемент. Технические условия», в котором нормируемые показатели значительно отличаются от ГОСТ 33174–2014. Существует вероятность возникновения проблем у производителей цемента в части нестабильности свойств, так как к цементам для дорожного строительства предъявляются более строгие требования, чем к общестроительным цементам.

Опытном строительстве и эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием в суровых климатических условиях поделилась Н.А. Бондарева, начальник отдела контроля качества ФКУ «Сибуправтодор». Участок на трассе Р256 (до 01.01.2018 – М-52) в Новосибирской области является одним из первых, где применена данная технология. Введенные в эксплуатацию участки дороги, путепроводы и мосты показали хорошие результаты, и в дальнейшем строители не собираются отказываться от такого вида покрытия. Практическим аспектам строительства и эксплуатации цементобетонных дорог в Волгограде был посвящен доклад Д.Б. Маркова, главного инженера ФКУ «Упрдор Москва–Волгоград».

Об украинском опыте эксплуатации цементобетонного покрытия, которое служит уже более 10 лет, рассказал участникам Д.В. Сёмаш, генеральный директор «Альянс-Сервис». На представленных фотографиях

участники увидели, что бетонное покрытие дороги хоть и приобрело некоторые деформации, но пригодно для дальнейшего использования. Также было отмечено, что в силу экономических и политических аспектов, данный участок дороги не обслуживался надлежащим образом и не проводился ремонт, однако его эксплуатация продолжается, в основном грузовым транспортом.

Важным аспектом и краеугольным камнем принятия решения в пользу строительства дорог с цементобетонным покрытием является сложность ремонта. Однако уже существует опыт решения данного вопроса. Ремонтпригодности, видам и важности своевременного ремонта был посвящен доклад А.Н. Хведченя, генерального директора ООО «АЭРОДОРОСТРОЙ».

После обсуждения заслушанных докладов участники конференции сделали вывод, что опыт по конструированию и строительству дорог с цементобетонным покрытием в России есть. Однако перед принятием решения по использованию такого покрытия на конкретном участке дороги необходимо проводить комплексный анализ его эффективности с учетом условий местности. Для этого во всех регионах, где планируется такое строительство, необходимо проводить научно-исследовательские работы.

По результатам проведения конференции было принято решение о создании информационного портала «Центр информации и технологий строительства цементобетонных дорог и покрытий», бета-версия которого должна быть представлена до 1 апреля 2018 г

**Т.А. Абакумова**





China International Ceramics Technology, Equipment, Building  
Ceramics & Sanitaryware Exhibition

By CCPIT BUILDING MATERIALS SUB-COUNCIL

Come to **CERAMICS**  
**CHINA 2018** to meet over  
1000 global exhibitors with new tech, new  
idea and new gear!

**2018.05.30-06.02**

**China Import and  
Export Fair Complex**

**Guangzhou**

Contact:

CCPIT Building Materials  
Sub-council

Tel: 0086 10 88082338

Fax: 0086 10 88083938

e-mail: [info@ceramicschina.net](mailto:info@ceramicschina.net)

[www.ceramicschina.net](http://www.ceramicschina.net)



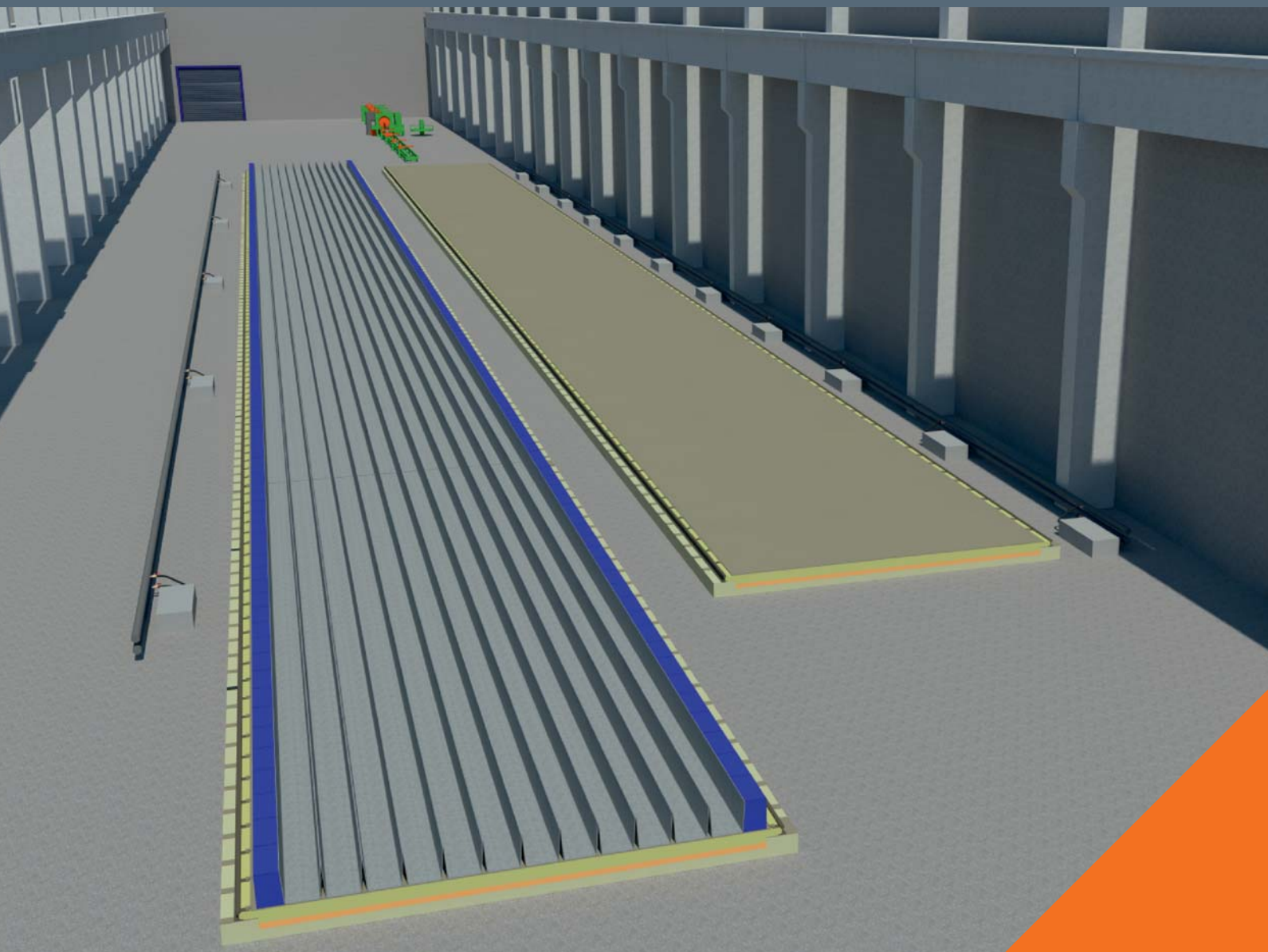


# ПРИВОЛЖСКИЙ ЦЕНТР СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мы поставляем больше, чем просто оборудование,  
мы поставляем технологию

[www.pc-st.ru](http://www.pc-st.ru)

8-800-600-47-13





Для дополнительной информации посетите сайт, раздел «Экструдер Nano»

## Экструдер NANO

Ненесущие панели, стеновые перегородки и тонкие плиты перекрытий



Extruder Nano



2x600 мм Панели стеновых перегородок



Упаковка Панелей Стеновых Перегородок



Смонтированные Панели стеновых перегородок

Экструдер Nano представляет собой высокотехнологичную машину для производства пустотных плит, используемых как в качестве несущих панелей, стеновых перегородок, так и элементов покрытия.

С этой машиной компания Нордимпьянти предлагает оптимальное решение для заводов, которые ищут возможность производства пустотных плит различных размеров и применений на уже существующих производственных стандах.

Машина имеет модульную конструкцию, формообразующая группа может быть легко заменена для производства элементов различной высоты.

Стандартные высоты лежат в диапазоне 80-120 мм для элементов с шириной 2x600 мм или 1200 мм.

Параметры изделий – диаметр пустот, толщина полок, ширина рёбер, тип бетона - могут быть различными, в зависимости от области применения и требований, предъявляемых к элементам.