

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] №8



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1955 г. WWW.RIFSM.RU WWW.JOURNAL-CM.RU АВГУСТ 2018 г. (762)

ALPHAPLATRE - ВАШ НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР - ЛИДЕР В ТОП СПИСКЕ ПОСТАВЩИКОВ

**ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГИПСОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И МОДЕРНИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ**

ВАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА:

ПРОИЗВОДСТВО ГИПСОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ВЫСОЧАЙШЕГО КАЧЕСТВА

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ К ОСОБЕННОСТЯМ ПРОИЗВОДСТВА



ГИПС – НАША ПРОФЕССИЯ



АНЖЕ

15 rue du Moulin des Landes
CS 50159 - Saint Sylvain d'Anjou
49481 Verrières en Anjou Cedex
T : + 33 (0)2 41 21 19 40
F : + 33 (0)2 41 21 19 59

ПАРИЖ Головной офис

11, boulevard Brune
75682 PARIS CEDEX 14
T : + 33 (0)1 53 90 22 40
F : + 33 (0)1 53 90 22 24
ФРАНЦИЯ

МОСКВА

20, Daev pereulok
Daev plaza - office 512
T : + 7 495 604 81 86
F : + 7 495 604 81 73
РОССИЯ

ЦИНДАО

N°612, Qiganshi
Economic development zone
Rushan City 264500, Shandong
T : + 86 13 701 883 087
КИТАЙ

<http://www.alphaplatre-france.com>



Turnkey plants for the heavy clay ceramics industry

handling solutions
clay process trend-setting layout
drying & firing systems



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)

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

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

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

Гипсовые строительные материалы

И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, Н.И. КОЖУХОВА, А.В. ЧЕРЕВАТОВА, Д.А. АЛЕХИН
Управление структурообразованием гипсокремнеземистых вяжущих при получении жаростойких композитов 4

Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, М.Ю. ЗАВАДЬКО, А.Ф. БУРЬЯНОВ, А.П. ПУСТОВГАР, К.С. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ
Применение пылевидных отходов базальтового производства в качестве наполнителя гипсовых композиций 9

М.С. ГАРКАВИ, А.В. АРТАМОНОВ, Е.В. КОЛОДЕЖНАЯ, А.П. НЕФЕДЬЕВ, Е.А. ХУДОВЕКОВА, А.Ф. БУРЬЯНОВ, Х.-Б. ФИШЕР
Активированные наполнители для гипсовых и ангидритовых смесей 14

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ
Использование минеральных ультрадисперсных модификаторов на основе отходов промышленности в гипсовых композитах 18

Замена мельницы с минимальным простоем производства (Информация) 24

Н.Н. МОРОЗОВА, Г.В. КУЗНЕЦОВА, Н.В. МАЙСУРАДЗЕ, Р.Р. АХТАРИЕВ, Л.Р. АБДРАШИТОВА, Э.Р. НИЗАМУТДИНОВА
Исследование активности пуццоланового компонента и суперпластификатора для гипсоцементно-пуццоланового вяжущего белого цвета 26

Ю.А. ГОНЧАРОВ, Г.Г. ДУБРОВИНА, С.Д. ШНЫПКО
Обеспечение требуемых акустических условий в помещениях за счет применения гипсовых пазогребневых плит 31

Б.Г. БУЛАТОВ, Р.И. ШИГАПОВ, М.А. ИВЛЕВ, И.В. НЕДОСЕКО
Каркасно-монолитная технология строительства малоэтажных зданий из пеногипса и стальных тонкостенных конструкций 36

А.А. ФЕДУЛОВ
Современные требования к инженеру-технологу по производству сухих строительных смесей ... 40

Керамические строительные материалы

Развитие керамической промышленности России: профессионалы обсудили перспективы отрасли (Информация) 44

SARACCIOLI: ведущий мировой поставщик оборудования для производства кирпича (Информация) 48

А.А. СЕМЁНОВ
Тенденции развития кирпичной промышленности и кирпичного домостроения в России 49

В.А. ГУРЬЕВА, А.В. ДОРОШИН, В.В. ДУБИНЕЦКИЙ
Исследование влияния модифицирующих добавок на морозостойкость и свойства керамики ... 52

Б.В. ТАЛПА
Техногенные ресурсы угольного ряда Восточного Донбасса и перспективы их использования в керамической промышленности 58

М.К. ИЩУК
Роль прочности кирпича на изгиб при сжатии кладки 63

Современные бетоны: наука и практика

М.Г. КОРЕВИЦКАЯ, М.И. БРУССЕР, Д.В. КУЗЕВАНОВ, А.В. АНЦИБОР
Актуализация правил контроля и оценки прочности бетона по ГОСТ 18105 66

В.Ф. СТЕПАНОВА, Н.К. РОЗЕНТАЛЬ, Г.В. ЧЕХНИЙ, С.М. БАЕВ
Определение коррозионной стойкости торкрет-бетона как защитного покрытия бетонных и железобетонных конструкций 69

Инновационные разработки в проектировании

Э.К. ПЕТРОВА, С.В. ИЛЬВИЦКАЯ, В.О. ДОЛГОВА, Б.С. ИСТОМИН, В.П. ЭТЕНКО, Н.В. ДУБЫНИН
Развитие современного малоэтажного деревянного домостроения в России 74

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

STROYMATERIALY®

№8

Founded in 1955 (762) August 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)

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)

Gypsum building materials

I.V. ZHERNOVSKY, N.I. KOZHUKHOVA, A.V. CHEREVATOVA, D.A. ALEKHIN
Control over Structure Formation of Gypsum Siliceous Binders when Producing Heat-Resistant Composites 4

T.B. NOVICHENKOVA, V.B. PETROPAVLOVSKAYA, M.Yu. ZAVAD'KO, A.F. BUR'YANOV, A.P. PUSTOVGAR, K.S. PETROPAVLOVSKII
The Use of Dusty Wastes of Basalt Production as a Filler for Gypsum Compositions 9

M.S. GARKAVI, A.V. ARTAMONOV, E.V. KOLODEZHNYAYA, A.P. NEFED'EV, E.A. KHUDOVEKOVA, A.F. BURYANOV, H.-B. FISHER
Activated Fillers for Gypsum and Anhydrite Mixes 14

V.B. PETROPAVLOVSKAYA
The Use of Mineral Ultra-Disperse Modifiers on the Basis of Industrial Wastes in Gypsum Composites ... 18

Mill Replacement With Minimal Production Downtime (Information) 24

N.N. MOROZOVA, G.V. KUZNETSOVA, N.V. MAYSURADZE, R.R. AKHTARIEV, L.R. ABDRAHITOVA, E.R. NIZAMUTDINOVA
Research in the Activity of a Pozzolanic Component and Superplasticizer for Gypsum Cement Pozzolanic Binder of White Colour (GCPB) 26

Yu.A. GONCHAROV, G.G. DUBROVINA, S.D. SHYPKO
Provision of Required Acoustic Condition in Premises due to the Use of Gypsum Tongue-and-Groove Slabs 31

B.G. BULATOV, R.I. SHIGAPOV, M.A. IVLEV, I.V. NEDOSEKO
Frame-Monolithic Technology of Construction of Low-Rise Buildings Made of Foam Gypsum and Steel Thin-Walled Structures 36

A.A. FEDULOV
A Modern Engineer-Technologist for Production of Dry Building Mixes 40

Ceramic building materials

The Development of the Ceramic Industry in Russia: the Professionals Discussed the Prospects of the Industry (Information) 44

CAPACCIOLI: the Leading World Supplier of Equipment for Brick Production (Information) 48

A.A. SEMENOV
Trends in Development of Brick Industry and Brick Housing Construction in Russia 49

V.A. GUR'EVA, A.V. DOROSHIN, V.V. DUBINETSKIY
Research in Influence of Modifying Additives on Frost Resistance and Properties of Ceramics 52

B.V. TALPA
Anthropogenic Resources of Carbon Series of Eastern Donbass and Prospects of Their Use in Ceramic Industry 58

M.K. ISHCHUK
The Role of Brick Bending Strength at Compression of Masonry 63

Modern concretes: science and practice

M.G. KOREVITSKAYA, M.I. BRUSSER, D.V. KUZEVANOV, A.V. ANTSIBOR
Actualization of Rules of Control and Assessment of Concrete Strength by GOST 18105 66

V.F. STEPANOVA, N.K. ROZENTAL, G.V. CHEKHNIY, S.M. BAEV
Determination of Corrosion Resistance of Shotcrete as a Protective Coating of Concrete and Reinforced Concrete Structures 69

Innovative developments in design and engineering

Z.K. PETROVA, S.V. ILVITSKAYA, V.O. DOLGOVA, B.S. ISTOMIN, V.P. ETENKO, N.V. DUBYNIN
Development of Modern Low-Rise Wooden Housing in Russia 74

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Highway,
 127434, Moscow, Russian Federation
Tel./fax: (499) 976-22-08, 976-20-36
 mail@rifsm.ru; www.rifsm.ru; www.journal-cm.ru

The authors of published materials are responsible for the accuracy of the submitted information, the accuracy of the data from the cited literature and for using in articles data which are not open to the public. The Editorial Staff can publish the articles as a matter for discussion, not sharing the point of view of the author. Reprinting and reproduction of articles, promotional and illustrative materials are possible only with the written permission of the editor-in-chief. The Editorial Staff is not responsible for the content of advertisements and announcements.

Строительные материалы № 8

С.В. ИЛЬВИЦКАЯ, Д.Ю. ИЛЬВИЦКИЙ, В.П. ЭТЕНКО, Б.С. ИСТОМИН, Т.Н. КОЛЕСНИКОВА, Б.В. ПРЫКИН

Иновационные технологии компьютерного моделирования конструкций и сооружений в проектировании

и строительстве нового храма Сретенского монастыря в Москве 79

Результаты научных исследований

Г.И. ЯКОВЛЕВ, В.П. ГРАХОВ, А.Ф. ГОРДИНА, А.В. ШАЙБАДУЛЛИНА, З.С. САИДОВА, С.В. НИКИТИНА, Е.В. БЕГУНОВА, А.Э.М.М. ЭЛЬРЕФАИ

Влияние дисперсий технического углерода на свойства мелкозернистого бетона 89

KNAUF: 25 лет в России. Спецвыпуск

Я. КРАУЛИС

Люди – наш основной капитал 93

Л. БАРИНОВА

Смелость идти вперед 94

В.ФОГТ

Четверть века с KNAUF 96

А. МАКЕЕВ

Самая крупная в Европе и самая современная в мире шахта KNAUF по добыче гипса в Новомосковске 98

Ю. МИХАЙЛОВ

Картон для производства стройматериалов 102

А. ЗИМИН

Оправдать высокие ожидания клиентов – главная задача 105

Е. ПАРИКОВА

Обучение – составная часть комплектной системы KNAUF 107

Н. ВОЛОДИНА

Ценности KNAUF в основе управления персоналом 110

Л. ЛОСЬ

Благотворительность как часть человеческой и предпринимательской философии KNAUF 113

А. БУРЬЯНОВ

Новые подходы и возможности в образовательных проектах НИУ МГСУ и компании KNAUF 116

Е. ЮМАСHEVA

Системное взаимодействие со СМИ надежный инструмент формирования позитивного имиджа компании 118

Stroitel'nye Materialy No. 8

S.V. ILVITSKAYA, D.Yu. ILVITSKY, V.P. ETENKO, B.S. ISTOMIN, T.N. KOLESNIKOVA, B.V. PRIKIN

Innovation Technologies of Computer Simulation of Structures and Facilities in Designing

and Construction of a New Temple of the Sretensky Monastery in Moscow 79

Results of scientific research

G.I. YAKOVLEV, V.P. GRAKHOV, A.F. GORDINA, A.V. SHAIBADULLINA, Z.S. SAIDOVA, S.V. NIKITINA, E.V. BEGUNOVA, A.E.M.M. ELREFAI

Effect of Dispersions of Technical Carbon on Properties of Fine Concrete 89

KNAUF: 25 Years in Russia. Special Issue

Ya. KRAULIS

People are Our Main Capital 93

L. BARINOVA

The Courage to Go Forward 94

B. FOGT

A Quarter of a Century with KNAUF 96

A. MAKEEV

The Largest in Europe and the Most Modern in the World mine KNAUF for the Extraction of Gypsum in Novomoskovsk 98

Yu. MIKHAILOV

Cardboard for Production of Building Materials 102

A. ZIMIN

To Meet the High Expectations of Customers – the Main Task 105

E. PARIKOVA

Training – Component of the Complete KNAUF System 107

N. VOLODINA

The Values of KNAUF in the Personnel Management 110

L. LOS

Charity as Part of the Human and Entrepreneurial Philosophy of KNAUF 113

A. BUR'YANOV

New Approaches and Opportunities in Educational Projects of the Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) and KNAUF Company 116

E. YUMASHEVA

System Interaction with Mass Media is a Reliable Tool for Forming a Positive Image of the Company 118

И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, канд. геол.-мин. наук (zhernovsky.igor@mail.ru),
Н.И. КОЖУХОВА, канд. техн. наук (kozuhovanata@yandex.ru),
А.В. ЧЕРЕВАТОВА, д-р техн. наук, Д.А. АЛЕХИН, магистр

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46)

Управление структурообразованием гипсокремнеземистых вяжущих при получении жаростойких композитов

Рассмотрена и доказана возможность повышения жаростойкости композиционных бесцементных систем на основе гипсового вяжущего с точки зрения особенностей формирования структуры в зависимости от состава вяжущего, а также с учетом фазово-структурных трансформаций вяжущей композиции в условиях воздействия высоких температур. Установлено, что введение наноструктурированного вяжущего (НВ) в качестве тонкодисперсной силикатной твердой фазы способствует упрочнению структуры под действием температуры до 1000°C более чем в два раза. Эффект упрочнения рассмотрен и объяснен с позиции особенностей размерной трансформации кристаллических фаз, составляющих вяжущую композицию в условиях высокотемпературного воздействия. Выявлено, что гипсовое вяжущее, содержащее в своем составе НВ в качестве тонкодисперсной силикатной составляющей, под действием термической обработки в диапазоне 25–1000°C претерпевает постепенное уменьшение суммарного объема элементарных ячеек кристаллических фаз с последующим их увеличением до исходного размерного состояния, что обеспечивает целостность структуры и объясняет жаростойкие характеристики композиционного гипсокремнеземистого вяжущего.

Ключевые слова: гипсокремнеземистое вяжущее, наноструктурированное вяжущее, высокотемпературная фазовая трансформация, объем элементарных ячеек, α -кварц, β -кварц, призматические субкристаллы, элестадит, жаростойкость.

Для цитирования: Жерновский И.В., Кожухова Н.И., Череватова А.В., Алехин Д.А. Управление структурообразованием гипсокремнеземистых вяжущих при получении жаростойких композитов // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-4-8>

I.V. ZHERNOVSKY, Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy) (zhernovsky.igor@mail.ru),
N.I. KOZHUKHOVA, Candidate of Sciences (Engineering) (kozuhovanata@yandex.ru),
A.V. CHEREVATOVA, Doctor of Sciences (Engineering), D.A. ALEKHIN, Magister
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (46, Kostyukova Street, Belgorod, 308012, Russian Federation)

Control over Structure Formation of Gypsum Siliceous Binders when Producing Heat-Resistant Composites

The possibility to improve the heat resistance of composite cementless systems on the basis of gypsum binder has been considered and proved from the point of view of the features of the structure formation depending on the binder composition as well as with due regard for phase-structural transformations of the binding composition under the effect of high temperatures. It is established that the introduction of a nano-structured binder (NB) as a fine disperse silicate solid phase contributes to strengthening of the structure under the temperature impact of up to 1000°C by more than 2 times. The strengthening effect is considered and explained from the position of the features of the dimensional transformation of crystal phases forming the binding composition under the conditions of high temperature impact. It is revealed that the gypsum binder containing NB as a fine disperse component undergoes a gradual decrease in the total volume of elementary cells of crystal phases under the effect of thermal treatment within the range of 25–1000°C with their subsequent increase to the initial dimensional state that provides the structure integrity and explains the heat-resistant characteristics of the composite gypsum-siliceous binder.

Keywords: gypsum-siliceous binder, nano-structured binder, high temperature phase transformation, volume of elementary cells, α -quartz, β -quartz, prismatic sub-crystals, ellestadit, heat-resistance.

For citation: Zhernovsky I.V., Kozhukhova N.I., Cherevatova A.V., Alekhin D.A. Control over structure formation of gypsum siliceous binders when producing heat-resistant composites. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-4-8> (In Russian).

На современном строительном рынке наблюдается тенденция непрерывного увеличения ассортимента вяжущих продуктов.

Широкое разнообразие существующих в настоящее время вяжущих систем не ограничивается лишь появлением и классификацией вновь образующихся терминов, отражающих компонентный состав вяжущих или особенности их получения [1–6]. Как правило, реальное практическое применение в современной строительной отрасли существующих вяжущих прежде всего связано с тем, что основной причиной разработки и дальнейшего внедрения того или иного строительного продукта является потребность рынка в расширении и ужесточении требований к эксплуатационным свойствам материала для обеспечения его конкурентоспособности на международном уровне. Другими словами, создание новой, ранее неизвестной вяжущей системы должно быть обосновано улучшением каких-либо эксплуатационных характеристик или обнаружением в ней принципиально новых.

Как правило, разрабатываемые вяжущие материалы представляют собой композиционные системы, вклю-

чающие несколько вяжущих компонентов, которые при взаимодействии способны обеспечивать тот или иной эффект, зависящий от процессов структуро- и фазообразования многокомпонентной системы [7–9]. В связи с этим актуальным является обеспечение возможности контроля и управления структурообразующими процессами с целью формирования у вяжущих систем необходимых эксплуатационных характеристик.

В рамках данного исследования доказана возможность повышения устойчивости материалов на основе гипсокремнеземистого вяжущего с позиции особенностей размерной трансформации составляющих кристаллических фаз в условиях высокотемпературного воздействия путем направленных структурных и фазовых преобразований в системе $\text{SiO}_2\text{--CaSO}_4\text{--H}_2\text{O}$.

В качестве сырьевых материалов использован кварцевый песок Корочанского месторождения (Белгородская обл.) как основной компонент для получения наноструктурированного вяжущего (НВ); гипсовое вяжущее марки Г-5АII (Самарский гипсовый комбинат).

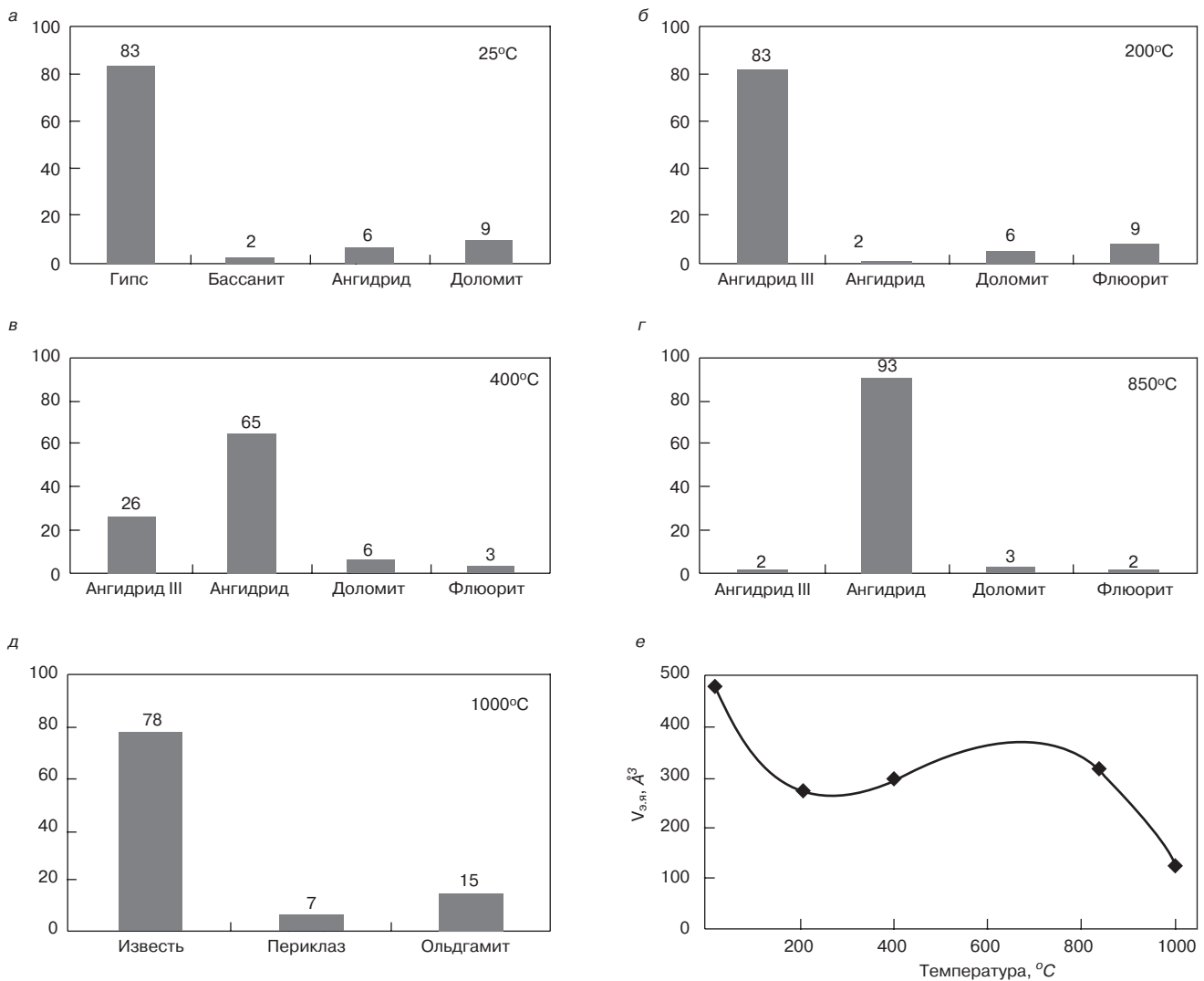


Рис. 1. Изменение фазового состава гипсового вяжущего при изменении температуры (а – д) и зависимость удельного суммарного объема элементарных ячеек от температуры (е)

Для детализации представлений о термических фазовых трансформациях в гипсовых, кремнеземистых и гипсокремнеземистых вяжущих был использован метод рентгеновской высокотемпературной дифрактометрии. Высокотемпературная дифрактометрия ($T=1000^\circ\text{C}$) проводилась с использованием высокотемпературной приставки фирмы Stoe (STOE & Cie GmbH, Германия), позволяющей проводить рентгеновские исследования в диапазоне температуры от 25 до 1500°C . Рентгенометрическая диагностика минеральных фаз проведена на основании дифракционной базы данных PDF-2 с применением программы Crystallographica SearchMatch v 2,0,2,0 (Oxford Cryosystems).

Количественное определение концентраций кристаллических минеральных образований (содержание аморфной фазы не определялось) выполнено полнопрофильным РФА-анализом с применением программы DDM v.1.95d в варианте ритвельдовского алгоритма [10]. Исследование кварцевого наноструктурированного вяжущего ввиду тривиальности системы не проводилось.

В качестве интегрального показателя структурной трансформации материала использовалась величина удельного суммарного объема элементарных ячеек фаз, входящих в минеральную композицию материала, которая рассчитывалась по формуле:

$$V_{э.яч} = \sum_i C_i \cdot V_i^{эл.яч},$$

где C_i – массовые концентрации минеральных фаз вяжущего; V_i – объемы элементарных ячеек этих фаз.

Существует классическая схема фазообразования при затворении гипсового вяжущего водой, сопровождающаяся формированием гидросульфатов кальция, которые увеличивают объем исходного полугидрата до 1%. При этом под действием повышенной температуры (более 180°C) в процессе дегидратации двухводные сульфаты кальция разлагаются, трансформируясь в полуводный гипс, что ведет к усадке и нарушению целостности структуры камня (рис. 1).

В то же время, согласно ранее установленной модели формирования структуры и фазовых образований в минеральной системе наноструктурированного вяжущего [11, 12], где консолидация происходит в результате растворения силикатной составляющей с образованием ортокремниевой кислоты и дальнейшим формированием каркаса из непрерывных цепочек Si–O–Si и Si–O–Al связей по принципу полимеризации, т. е. образования новых фаз не происходит. Поэтому затвердевшая система в объеме не изменяется. Воздействие высокой температуры на затвердевшую систему НВ приводит к частичной трансформации структуры и формированию кварца высокотемпературной β -модификации.

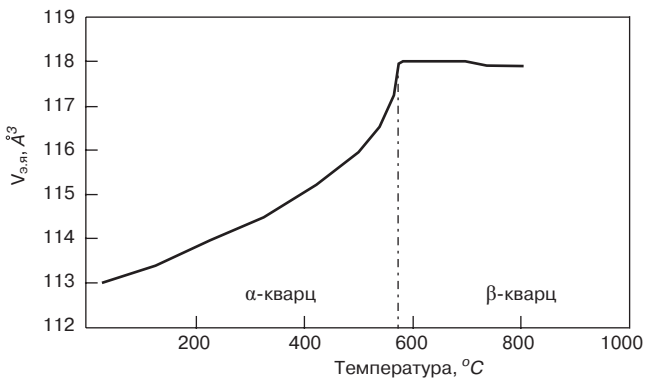


Рис. 2. Зависимость фазового состава кварцевого НВ от температуры и объема элементарных ячеек от температуры

Сравнительные характеристики вяжущих систем в зависимости от состава

Параметр	Вид вяжущего		
	ГВ	НВ	КГВ*
Прочность при сжатии, МПа			
До ТО	10,2	3–3,5	5,2
После ТО	–	6,8	14,3
Плотность, кг/м³			
До ТО	1201	2120	1307
После ТО	–	2200	1246

* В качестве гипсокремнеземистой вяжущей системы представлена композиция следующего состава: НВ-60; гипсовое вяжущее 40 %. Данная композиция взята как оптимальная согласно результатам ранее проведенных исследований [14, 15].

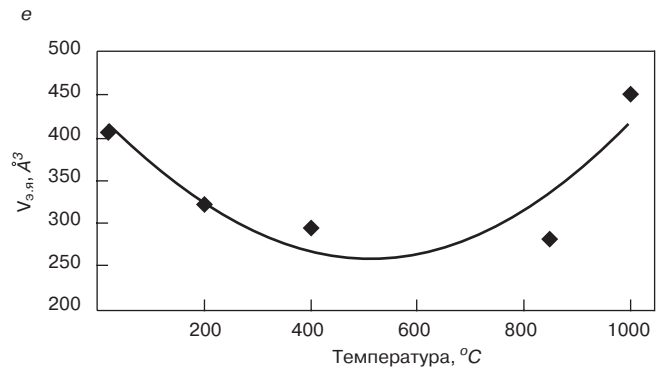
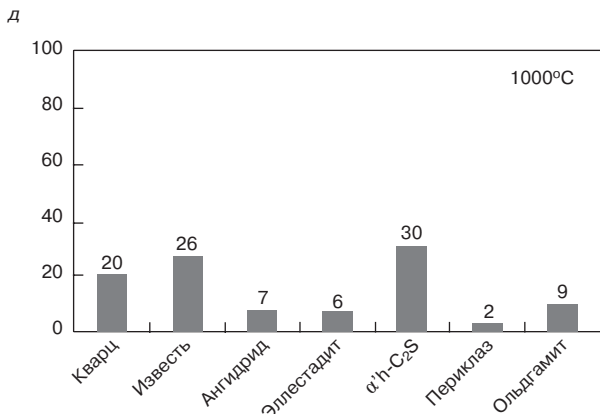
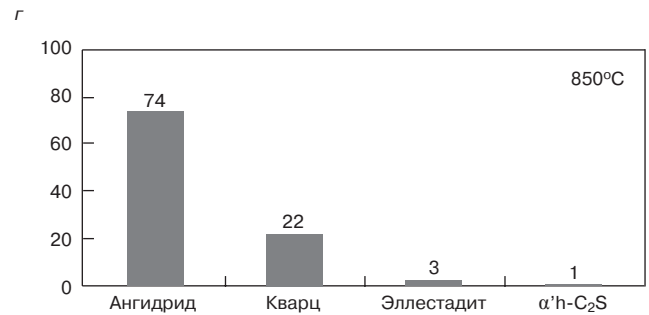
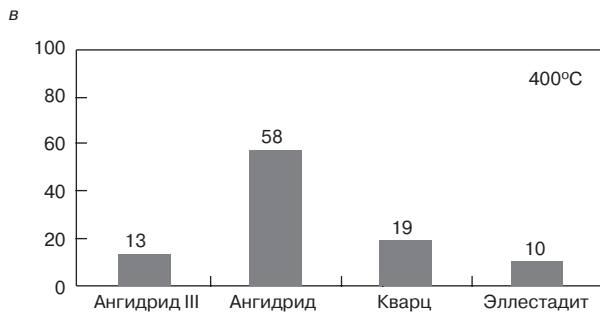
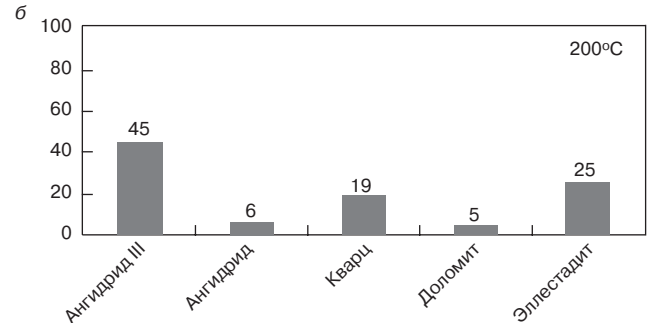
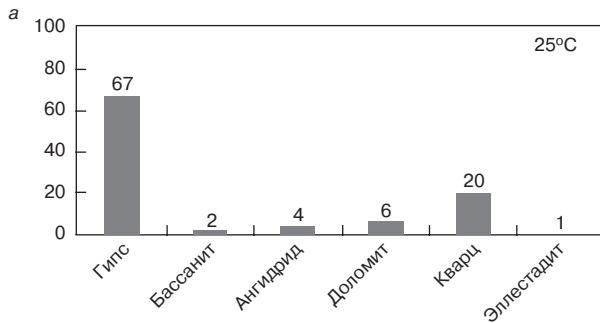


Рис. 3. Изменение фазового состава гипсокремнеземистого вяжущего при изменении температуры (а – д) и зависимость удельного суммарного объема элементарных ячеек от температуры (е)

Для получения аналогичных данных для кварцевого наноструктурированного вяжущего были использованы данные из работы [13] (рис. 2).

В случае композиционного гипсокремнеземистого вяжущего процесс структурообразования приводит к формированию новых фаз непосредственно из гипсового вяжущего и кварцевого НВ, а также их комплекса (гидроксиэлестадит).

При воздействии высокой температуры (до 1000°C) на гипсокремнеземистое вяжущее имеет место фазовая трансформация с формированием следующего минерального состава: β-кварц (19); известь (26); периклаз (2); нерастворимый (ромбический) ангидрид (7); элестадит (6); α'-Ca₂SiO₄ (30) и ольдгамит – CaS (10). При этом общий объем элементарных ячеек высокотемпературных фаз сопоставим с объемом элементарных

ячеек этой вяжущей системы до температурной обработки (рис. 3).

Логично предположить, что трансформационные особенности структуры под действием термических преобразований оказывают влияние на формирование основных эксплуатационных характеристик: прочности при сжатии и плотности (см. таблицу).

В таблице представлены результаты образцов вяжущих, твердевших в естественных условиях (до термической обработки) и после обжига в муфельной печи при температуре 1000°C (после термической обработки). Визуальная оценка термически обработанных образцов продемонстрировала полное разрушение образца гипсового вяжущего (ГВ). В то же время для образцов наноструктурированного вяжущего (НВ) и гипсокремнеземистого вяжущего (КГВ) внешних деструктивных процессов не наблюдается. В случае с КГВ это связано с тем, что сумма молярных объемов кристаллических образований в системе до термической обработки сопоставима с аналогичным параметром после обжига при 1000°C. Проведенный сравнительный анализ показателей прочности и плотности (см. таблицу) показал, что при прочих равных условиях значение прочности на сжатие для гипсокремнеземистого вяжущего после высокотемпературного воздействия увеличивается более чем в два раза. С точки зрения продуктов фазообразования упрочнение

НВ связано с преобразованием низкотемпературного α -кварца в высокотемпературные призматические субкристаллы β -кварца. В системе КГВ дополнительно формируются такие кристаллические фазы, как элестадит и α - Ca_2SiO_4 , которые также вносят свой положительный вклад в формирование прочного каркаса системы.

Таким образом, в результате проведенного комплекса экспериментальных исследований доказана возможность создания жаростойких строительных материалов на основе композиционного гипсового вяжущего (КГВ) с применением НВ.

Номенклатура гипсовых материалов на основе КГВ может быть довольно широка: плиты, профильные и малые архитектурные изделия для внутренней отделки зданий, стеновые и перегородочные камни и плиты, панели гипсобетонные для перегородок, блоки и панели наружных стен, вентиляционные блоки, панели перекрытий и покрытий, декоративные изделия. Также сюда относятся листы гипсокартонные, гипсоволокнистые для внутренней отделки, карнизы, плафоны, сухие строительные смеси.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высоких Технологий, БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы

1. Кожухова Н.И., Чижов Р.В., Веприк А.А., Войтович Е.В. Особенности структурообразования щелочаактивированных алюмосиликатных материалов со скрытокристаллической структурой. *Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии и инновации»*. Белгород. 2016. С. 198–202.
2. Череватова А.В., Фишер Х.-Б., Войтович Е.В., Алехин Д.А., Сивушова С.А. Применение минерального компонента в бесцементном композиционном гипсовом вяжущем. *«Наукоемкие технологии и инновации» Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения)*. Белгород. 2014. С. 418–422.
3. Voitovich E.V., Cherevatova A.V., Zhernovsky I.V., Fisher H.-B., Sobolev K. The application of nano-structured silica based admixture in gypsum binders // *Journal of the Society for American Music*. 2014. Vol. 1611. № 2.
4. Kozhukhova N.I., Zhernovsky I.V., Fomina E.V., Lebedev M.S., Evtushenko E.I. Features of phase transformations in geopolymer based on bottom-ash mixture containing nano-sized component // *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016. Vol. 8. № 4. P. 24808–24816.
5. Николаенко Е.А. Пуццолановый портландцемент с повышенными прочностными свойствами // *Вестник ВСГУТУ*. 2014. № 3 (48). С. 63–69.
6. Логанина В.И., Пышкина И.С. Известковое композиционное вяжущее с применением синтезированных гидросиликатов кальция // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2014. № 6. С. 29–32.
7. Лазаренко О.В., Шпилевская Н.Л. Применение карбонатосодержащего шлама химической водоочистки в композиционном вяжущем для самоуплотняющегося бетона // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки*. 2016. № 16. С. 55–62.
8. Калашников В.И., Махамбетова К.Н., Петухов А.В. Исследование прочностных свойств вибропрессо-

References

1. Kozhukhova N.I., Chizhov R.V., Veprik A.A., Voytovich E.V. Features of structurization of the aluminosilikatny materials activated by alkali with cryptocrystalline structure. *Collection of reports of the International scientific and practical conference «High Technologies and Innovations»*. Belgorod. 2016, pp. 198–202. (In Russian).
2. Cherevatova A.V., Fisher H.-B., Voytovich E.V., Alekhin D.A., Sivushova S.A. Application of a mineral component in without cement composite plaster knitting. *«High technologies and innovations» the Anniversary International scientific and practical conference devoted to the 60 anniversary of BGTU of V.G. Shukhov (the XXI scientific readings)*. Belgorod. 2014, pp. 418–422. (In Russian).
3. Voitovich E.V., Cherevatova A.V., Zhernovsky I.V., Fisher H.-B., Sobolev K. The application of nano-structured silica based admixture in gypsum binders. *Journal of the Society for American Music*. 2014. Vol. 1611. No. 2.
4. Kozhukhova N.I., Zhernovsky I.V., Fomina E.V., Lebedev M.S., Evtushenko E.I. Features of phase transformations in geopolymer based on bottom-ash mixture containing nano-sized component. *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016. Vol. 8. No. 4, pp. 24808–24816.
5. Nikolaenko E.A. Puzzolanovy portlandtsement with the increased strength properties. *Vestnik VSGUTU*. 2014. No. 3 (48), pp. 63–69. (In Russian).
6. Loganina V.I., Pyshkina I.S. Limy composite knitting with use of the synthesized calcium hydrosilicates. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova*. 2014. No. 6, pp. 29–32. (In Russian).
7. Lazarenko O.V., Shpilevskaya N.L. Use of karbonatosoderzhashchy slime of chemical water purification in composite knitting for the self-condensed concrete. *Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F: Stroitel'stvo. Prikladnye nauki*. 2016. No. 16, pp. 55–62. (In Russian).
8. Kalashnikov V.I., Makhambetova K.N., Petukhov A.V. Research of strength properties of the vibropressed and vibrocondensed concrete on composite karbonatnoshlakovy knitting. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. No. 1–1, pp. 230. (In Russian).
9. Alfimova N.I., Lesovik R.V., Glagolev E.S., Erofeeva I.V. To a question of storageability of fittings in concrete



- ванных и виброуплотненных бетонов на композиционном карбонатно-шлаковом вяжущем // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1–1. С. 230.
9. Алфимова Н.И., Лесовик Р.В., Глаголев Е.С., Ерофеева И.В. К вопросу о сохранности арматуры в бетонах на композиционных вяжущих. *Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии и инновации»*. Белгород. 2016. С. 14–18.
 10. Solovyov L.A. Full-profile refinement by derivative difference minimization // *Journal of Applied Crystallography*. 2004. Vol. 37. P. 743–749.
 11. Cherevatova A.V. Principles of creating nanostructured binders based on HCBS // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2010. Vol. 51. № 2. P. 118–120.
 12. Войтович Е.В., Кожухова Н.И., Жерновский И.В., Череватова А.В., Невсет Д.Д. Концепция контроля качества алюмосиликатных вяжущих негидратационного твердения // *Строительные материалы*. 2013. № 11. С. 68–70.
 13. Kihara K. An X-ray study of the temperature dependence of the quartz structure // *European Journal of Mineralogy*. 1990. Vol. 2. P. 63–77.
 14. Кожухова Н.И., Войтович Е.В., Череватова А.В., Жерновский И.В., Алехин Д.А. Термостойкие ячеистые материалы на основе композиционных гипсокремнеземных вяжущих // *Строительные материалы*. 2015. № 6. С. 65–69.
 15. Патент РФ № 2613208. *Смесь для жаростойкого пенобетона на основе наноструктурированного композиционного гипсового вяжущего, способ изготовления изделий* / Кожухова Н.И., Череватова А.В., Жерновский И.В., Кожухова М.И., Войтович Е.В. Заявл. 17.12.2015. Опубл. 15.03.2017. Бюл. № 8.
- on composite knitting. *Collection of reports of the International scientific and practical conference «High Technologies and Innovations»*. Belgorod. 2016, pp. 14–18. (In Russian).
10. Solovyov L.A. Full-profile refinement by derivative difference minimization. *Journal of Applied Crystallography*. 2004. Vol. 37, pp. 743–749.
 11. Cherevatova A.V. Principles of creating nanostructured binders based on HCBS. *Refractories and Industrial Ceramics*. 2010. Vol. 51. No. 2, pp. 118–120.
 12. Voytovich E.V., Kozhukhova N.I., Zhernovsky I.V., Cherevatova A.V., Netsvet D.D. A concept of quality control which can be a basic platform for development of necessary normative-technical documentation for considered binders of polymerization and polymerization-polycondensation types of hardening is offered. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 11, pp. 68–70. (In Russian).
 13. Kihara K. An X-ray study of the temperature dependence of the quartz structure. *European Journal of Mineralogy*. 1990. Vol. 2, pp. 63–77.
 14. Kozhukhova N.I., Voytovich E.V., Cherevatova A.V., Zhernovsky I.V., Alekhin D.A. Heat-Resistant Cellular Materials on the Basis of Composite Gypsum-Silica Binders. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 6, pp. 65–69. (In Russian).
 15. Patent RF 2613208. *Smes' dlya zharostoykogo penobetona na osnove nanostrukturirovannogo kompozitsionnogo gipsovogo vyazhushchego, sposob izgotovleniya izdeliy* [Mix for heat-resistant foam concrete on the basis of nanostructured composite plaster knitting, a way of production of products]. Kozhukhova N.I., Cherevatova A.V., Zhernovsky I.V., Kozhukhova M.I., Voytovich E.V. Declared 17.12.2015. Published 15.03.2017. Bulletin No. 8. (In Russian).

Актуальные направления развития строительного материаловедения

22 ноября 2018 г., АСИ УГНТУ, Уфа, ул. Менделеева, 195

Тематика конференции

- Общие тенденции строительного материаловедения на современном этапе
- Перспективные направления научных исследований в области строительных материалов различного назначения (современные бетоны, гипсовые материалы, строительная керамика, силикатные изделия и АГБ, нанотехнологии, материалы для дорожного строительства и др.)
- Внедрение результатов научных разработок в реальное производство строительных материалов и строительство
- Опыт внедрения научных разработок в строительство Республики Башкортостан

Мастер-класс по подготовке рукописей статей для публикации в журналах международного уровня на примере требований журнала «Строительные материалы»®

К участию в конференции приглашаются ученые, преподаватели, магистранты и аспиранты высших учебных заведений, представители промышленности строительных материалов, строители и все заинтересованные лица.

Организаторы конференции:



Научно-технический журнал
«Строительные материалы»®



Архитектурно-строительный институт Уфимского
государственного нефтяного технического университета

Заявки для участия принимаются по эл. почте mail@rifsm.ru, svetlana6363@mail.ru
Менеджер проекта – зам. гл. редактора журнала «Строительные материалы»®

Светлана Юрьевна Горегляд, м.т. +7 916 123 9829

Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36

www.journal-cm.ru www.rifsm.ru

Т.Б. НОВИЧЕНКОВА¹, канд. техн. наук, В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ¹, канд. техн. наук,
М.Ю. ЗАВАДЬКО¹, магистрант; А.Ф. БУРЬЯНОВ², д-р техн. наук,
А.П. ПУСТОВГАР², канд. техн. наук, К.С. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ², инженер

¹ Тверской государственной технический университет (170026, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22)

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

Применение пылевидных отходов базальтового производства в качестве наполнителя гипсовых композиций

Приведены данные исследований особенностей химического, минералогического и гранулометрического составов пылевидных отходов производства базальтового волокна, а также морфологии их частиц. Изучена возможность их использования и химического участия в процессах фазообразования гидратных соединений модифицированных вяжущих. В работе использовался отход базальтового производства Тверской области. Интересно использование технической пыли как микродисперсного модификатора гипсовых вяжущих гидратационного твердения. Показано, что использование базальтового отхода положительно отражается на качестве модифицированных гипсовых материалов. Повышение физико-механических свойств гипсовых композитов, модифицированных базальтовой пылью, обусловлено в первую очередь взаимодействием растворимых минералов базальта с новообразованиями, формирующимися в процессе гидратации гипсового вяжущего. Пылевидные базальтовые частицы помимо их роли в физико-химических процессах, протекающих в системе полуводного гипса, уплотняют структуру композита, заполняя микропоры образующегося гипсового камня и повышают его прочность.

Ключевые слова: отходы, базальтовые волокна, пыль, гипс, структура, прочность.

Для цитирования: Новиченкова Т.Б., Петропавловская В.Б., Завадько М.Ю., Бурьянов А.Ф., Пустовгар А.П., Петропавловский К.С. Применение пылевидных отходов базальтового производства в качестве наполнителя гипсовых композиций // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 9–13. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-9-13>

T.B. NOVICHENKOVA¹, Candidate of Science (Engineering), V.B. PETROPAVLOVSKAYA¹, Candidate of Science (Engineering), M.Yu. ZAVAD'KO¹, undergraduate; A.F. BUR'YANOV², Doctor of Science (Engineering), A.P. PUSTOVGAR², Candidate of Science (Engineering), K.S. PETROPAVLOVSKIY², Engineer

¹ Tver State Technical University (22, Afanasiy Nikitin Embankment, Tver, 170026, Russian Federation)

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

The Use of Dusty Wastes of Basalt Production as a Filler for Gypsum Compositions

The data of the study of peculiarities of chemical, mineralogical, and granulometric compositions of dusty wastes of basalt fiber production as well as the morphology of their particles are presented. The possibility of their use and chemical participation in the processes of phase formation of hydrate compounds of modified binders was studied. Waste of basalt production of Tver Oblast was used in the work. The use of technical dust as a micro-disperse modifier of gypsum binders of hydration hardening is very interesting. It is shown that the use of basalt waste has a positive impact on the quality of modified gypsum materials. The improvement of the physical and mechanical properties of gypsum composites modified by basalt dust is primarily due to the interaction of soluble basalt minerals with newgrowths formed during the hydration of the gypsum binder. Dust-like basalt particles in addition to their role in physical and chemical processes occurring in the system of semi-water gypsum, compact the structure of the composite, filling the micropores of the resulting gypsum stone and increase its strength.

Keywords: wastes, basalt fibers, dust, gypsum, structure, strength.

For citation: Novichenkova T.B., Petropavlovskaya V.B., Zavad'ko M.Yu., Bur'yanov A.F., Pustovgar A.P., Petropavlovskiy K.S. The use of dusty wastes of basalt production as a filler for gypsum compositions. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 9–13. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-9-13> (In Russian).

В России идет активное освоение и переработка природных ресурсов, а также их экспорт. Однако многие традиционные технологические процессы устарели, а вопрос охраны окружающей среды путем снижения негативного влияния промышленности на экологию является весьма актуальным.

Известно, что около 90% отходов в нашей стране возникает в процессе обогащения природных ресурсов. При этом уровень переработки отходов составляет не более 5% и варьируется в зависимости от сферы промышленности. Отсюда можно сделать вывод, что производства несут большие затраты, накапливая при этом отходы. Ежегодно их количество доходит до 2,5 млрд т.

В то же время доход зарубежных промышленных компаний складывается по отличной от нашей схеме и включает два основных компонента: прибыль от переработки сырьевых материалов и прибыль от продажи вторичных сырьевых ресурсов, используемых другими предприятиями. Таким образом, зарубежные компании

не только не тратят средства на транспортировку и складирование отходов, но и имеют доход от их продажи. Поэтому многие разработки ученых в последнее время направлены именно на рассмотрение эффективного применения отходов различных сфер промышленности повторно в производстве высококачественных строительных материалов, тем более что запасы природных сырьевых ресурсов, пригодных для их получения, истощаются [1–6]. Однако вопрос применимости отходов производства базальтового волокна остается открытым [7–11].

Сами базальтовые волокна, применяемые в качестве армирующего компонента, обладают высокой эффективностью [11–13]. Базальтовое волокно стабильно по своим свойствам, стойко к агрессивным средам, поэтому находит применение во многих отраслях промышленности [14–18]. Однако исследованиями установлено, что в строительных материалах под действием щелочной среды происходит разрушение базальтового

Таблица 1

Компонент	Содержание, %
SiO ₂	48,78
MgO	10,99
CaO	9,05
Fe ₂ O ₃	7,38
Na ₂ O	6,87
Cl	5,73
K ₂ O	4,39
Al ₂ O ₃	3,05
ZnO	0,968
S	0,951
P ₂ O ₅	0,709
MnO	0,395
F	0,238
TiO ₂	0,201
PbO	0,0533
CuO	0,0526
BaO	0,0435
SrO	0,0403
As ₂ O ₃	0,0251
V ₂ O ₅	0,0204
Cr ₂ O ₃	0,0196
Br	0,0145
Co ₃ O ₄	0,0143
NiO	0,008
ZrO ₂	0,0064

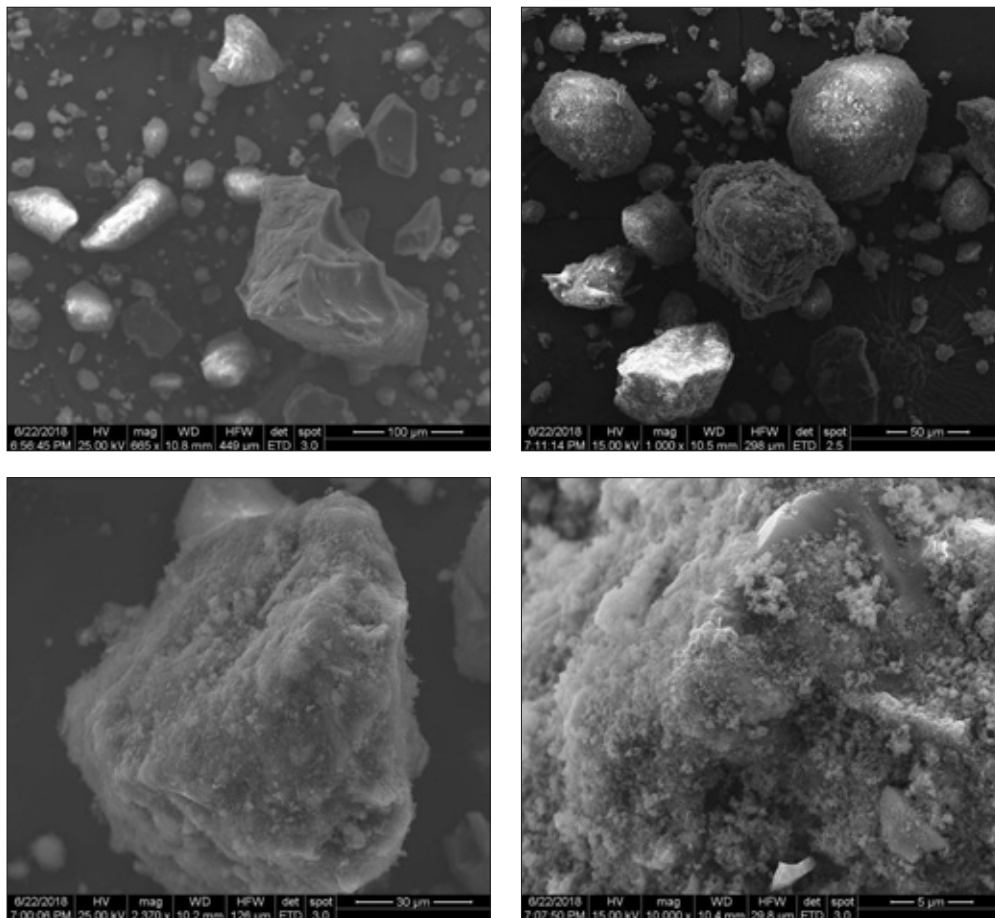


Рис. 1. Микроструктура пылевидного базальтового отхода

Таблица 2

Содержание, %	Размер частиц, мкм (μm)	Содержание, %	Размер частиц, мкм (μm)	Содержание, %	Размер частиц, мкм (μm)
5	1,628	40	11,766	75	34,908
10	2,622	45	14,176	80	40,368
15	3,644	50	16,815	85	47,416
20	4,794	55	19,720	90	57,019
25	6,139	60	22,881	95	73,226
30	7,736	65	26,356	98	92,309
35	9,612	70	30,326	100	138,74

Таблица 3

Максимальный размер частиц (d ₉₈), мкм	Средний размер частиц (d ₅₀), мкм	Содержание частиц менее 2 мкм, %
92,309	16,815	7,84

волокна, что требует разработки способов сохранения целостности и свойств армирующего волокна в цементной матрице и композиций на ее основе [12, 19, 20]. Более перспективным является использование базальта в гипсовой матрице для повышения эксплуатационных свойств материалов путем дополнительного армирования. Использование микрочастиц базальта с целью воздействия на процесс структурообразования, состояние новообразований и обеспечение их самоармирования [21] могут позволить расширить возможности применения гипсовых вяжущих.

Для вовлечения ценного сырьевого продукта – пылевидного отхода производства базальтовых волокон – исследовались основные характеристики базальтовой промышленной пыли и гипсовых материалов, получаемых на ее основе.

В качестве основного компонента использовали гипсовое вяжущее α-модификации Самарского гипсового комбината. Вяжущее марки Г-16 характеризовалось водопотребностью 35–40%, началом схватывания не ранее 4–5 мин, концом схватывания не позднее 20 мин, пределом прочности при сжатии 16 МПа, при

изгибе – 6–7 МПа и соответствовало требованиям ГОСТ 125–79. Зерновой состав характеризовался остатком на сите 0,2 мм не более 0,5%.

В работе для исследований возможности применения базальтовой пыли в гипсовых композитах в качестве наполнителя использовался отход предприятия ООО «Парок», расположенного в Тверской области. Химический состав отхода приведен в табл. 1.

В соответствии с приведенным химическим составом (табл. 1) базальтовый отход относится к так называемому ультраосновному типу и характеризуется высоким содержанием кальция (9,05%) и магния (10,99%) при содержании кремнезема 48,78%. Отмечается также высокое содержание оксидов железа, натрия и калия (7,38, 6,87 и 4,39% соответственно), в несколько меньшем количестве отмечено содержание хлора (5,73%) и алюминия (3,05%).

Отход базальтового производства представлен различными минералами группы плагиоклазов, в том числе анортитом, кальцитом, кварцем и др. Основная масса пылевидного базальта стекловатая, пронизана кристаллитами плагиоклаза и пироксена (рис. 1). Исследования

Таблица 4

Компонент	Содержание*, %
SO ₃	50,43
CaO	39,75
SiO ₂	4,84
MgO	1,91
Fe ₂ O ₃	0,878
Al ₂ O ₃	0,539
Na ₂ O	0,48
K ₂ O	0,434
Cl	0,329
SrO	0,188
ZnO	0,0837
MnO	0,0551
TiO ₂	0,0312
P	0,0332
CuO	0,0188

* Содержание приведено на прокаленное вещество.

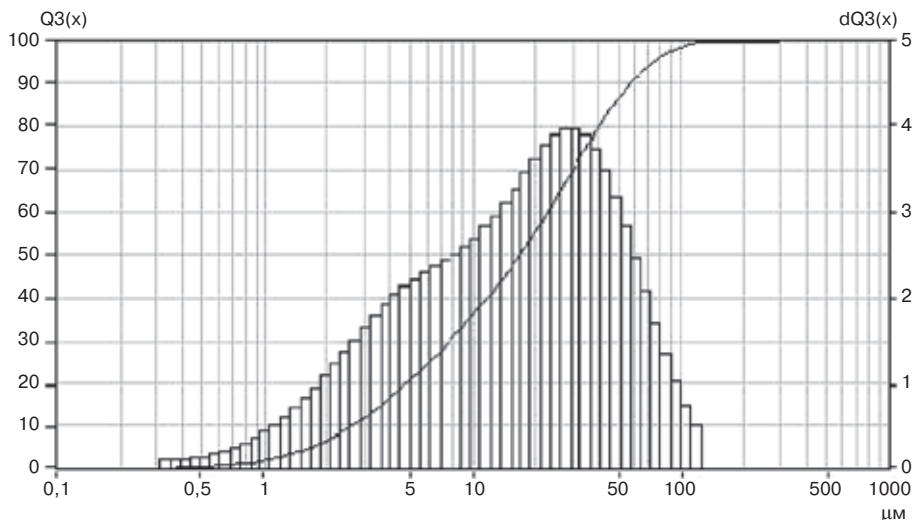


Рис. 2. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц пылевидного базальтового отхода по размерам

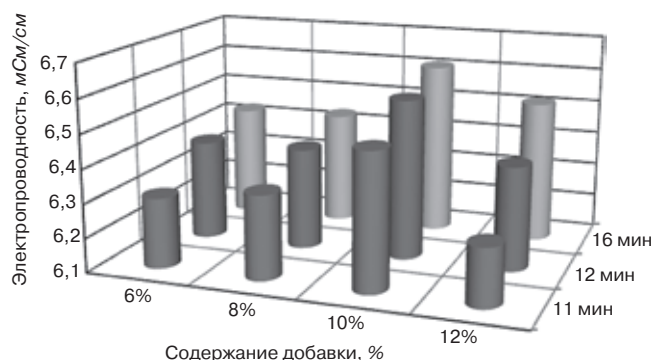


Рис. 3. Изменение во времени электропроводности гипсовых растворов с различным содержанием пылевидного отхода

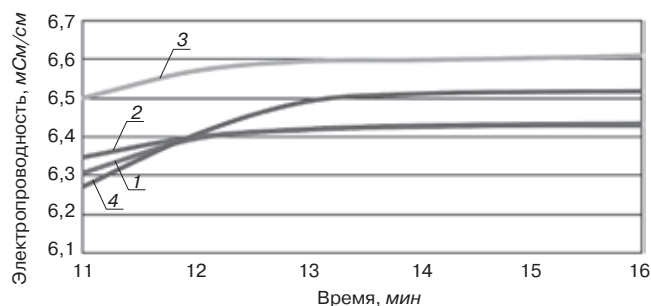


Рис. 4. Зависимость электропроводности гипсовых растворов с добавкой пылевидного отхода от времени: 1 – 6%; 2 – 8%; 3 – 10%; 4 – 12%

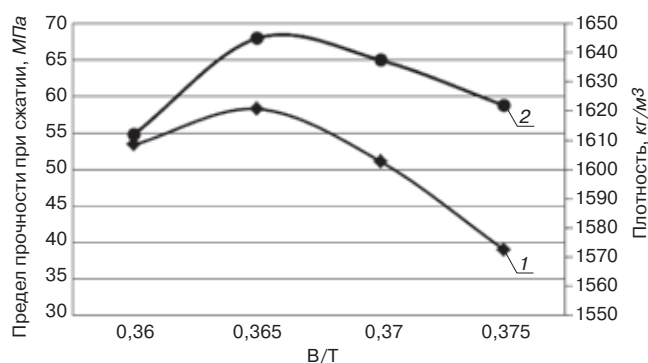


Рис. 5. Зависимость прочности и плотности гипсового камня на основе вяжущего и пылевидной добавки от водотвердого отношения: 1 – предел прочности при сжатии, МПа; 2 – плотность, кг/м³

ниями было установлено присутствие 60% аморфной составляющей.

Минеральный комплекс щелочного базальта во взаимодействии с водой, по-видимому, может обеспечивать формирование целого комплекса новых минералобразований в гипсовом камне.

Определение гранулометрического состава пыли производилось методом лазерной дифракции на лазерном микроанализаторе размеров частиц «Analysette 22».

Согласно микроструктурному анализу и представленной на рис. 2 гранулометрии, данный базальтовый отход имеет в составе частицы с размерами как наноуровня, так и микроуровня с преобладанием последних (табл. 2). В соответствии с установленным дифференциальным и интегральным распределением пылевидный состав имеет одномодальное, достаточно широкое для пыли распределение базальтовых частиц по размерам. Фактор формы интегрального распределения составляет 3,5. Средний размер частиц в исследованном диапазоне в составе промышленной пыли составляет 16,815 мкм; содержание частиц менее 2 мкм – 7,84%; менее 1 мкм – 3% (рис. 2, табл. 3). Соотношение максимального и минимального размера частиц – 307, что также говорит о высокой полидисперсности отхода.

Растворимость смесей на основе гипсового вяжущего и пылевидной добавки определялась по величине электропроводности растворов с помощью кондуктометра «Мультитест КСЛ-101» (производство НПП «СЕМИКО», г. Новосибирск). Порошки гипсового вяжущего и пылевидной добавки смешивались в сухом состоянии, затем затворялись водой для получения раствора. Приготовление равновесных растворов из смесей производилось непосредственно перед началом опыта. Измерение электропроводности проводилось через каждые 0,033 ч.

Исследование физико-механических характеристик полученных композитов производилось на образцах-балочках согласно ГОСТ 23789–79. Водогипсовое отношение варьировалось от 0,36 до 0,375 с шагом 0,05, процентное содержание базальтовой пыли от 6 до 10% от массы гипсового вяжущего.

Результаты экспериментов по исследованию растворимости смесей гипсового вяжущего и пылевидного базальта показывают (рис. 3, 4), что электропроводность растворов зависит от содержания пыли, увеличиваясь в диапазоне до 10% содержания добавки.

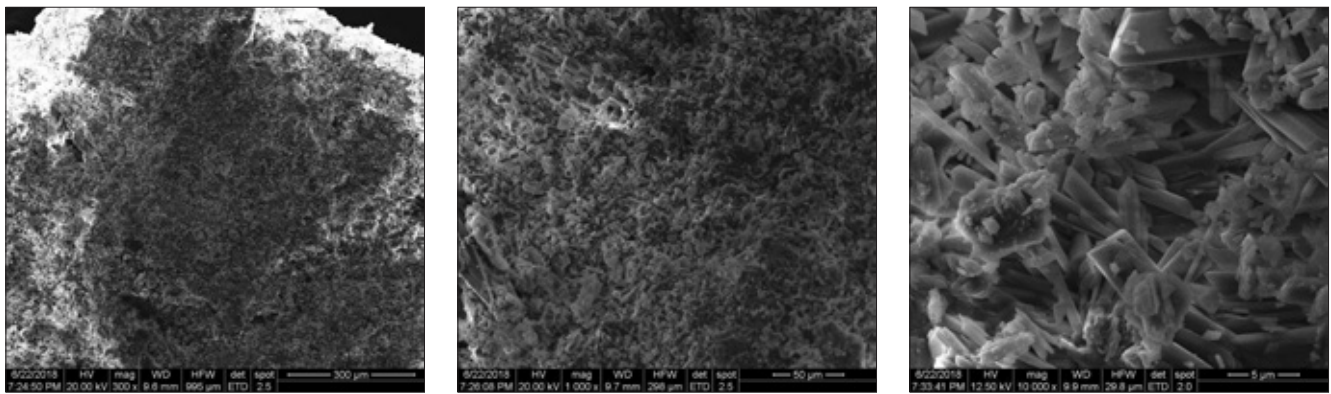


Рис. 6. Микроструктура гипсового камня с добавкой пылевидного базальтового отхода

Электропроводность смесей изменяется во времени. Максимальное значение по электропроводности достигается для всех исследованных смесей в течение 16 мин.

Исследования прочностных характеристик гипсового камня на основе вяжущего и пылевидной добавки показали, что прочность при сжатии составила 43,29 МПа при содержании отхода в количестве 10% (рис. 5). Это согласуется с данными по растворимости. Наибольшее значение прочности при изгибе гипсового камня достигается также при содержании базальтовой пыли 10% и составляет 7,96 МПа, средняя плотность камня при этом 1687 кг/м³. Пористость – 37,52%.

Наибольшая плотность образцов с 10% отхода в составе композита достигается при водотвердом отношении 0,365. Она составляет около 1645 кг/м³.

В ходе работы также были исследованы значения щелочности растворов гипсового вяжущего, базальтовой пыли и смесей на их основе с оптимальным содержанием отхода 10%. Установлено, что щелочные базальты влияют на структуру модифицированного гипсового камня. Поскольку щелочно-земельные металлы повышают щелочность среды, тем самым активизируя процесс структурообразования в системе, так как сульфаты более полно осаждаются в щелочных средах (рис. 6), возникает активная структура гипсового камня. Двухвалентные

щелочно-земельные металлы влияют и на растворимость хлора, тем самым также влияя на структурообразование композита. При этом известно, что Na среди них по сравнению с K в большей степени определяет растворимость С1 и его участие в твердении, что подтверждается данными химического анализа получаемого гипсового композита (табл. 4).

Это обуславливает формирование сростков кристаллов кальцита и дигидрата сульфата кальция с изменением морфологии кристаллов. Данное явление объясняется присутствием растворенного вещества базальтов, которое, по-видимому, отражается на условиях кристаллизации. Происходит ускорение процессов фазообразования в гипсовой системе с увеличением числа морфологически модифицированных новообразований (рис. 6).

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что повышение физико-механических свойств гипсовых композитов, модифицированных базальтовой пылью, обусловлено в первую очередь химическим участием растворимых минералов базальта в гетерогенных процессах образования новых фаз при твердении гипсового вяжущего в сочетании с участием пылевидных частиц базальта в обеспечении формирования более совершенной структуры гипсового камня с заполнением его порового пространства.

Список литературы

1. Хежев Х.А., Пухаренко Ю.В., Хежев Т.А. Фибро-гипсобетонные композиты с применением вулканических горных пород // *Строительные материалы*. 2013. № 11. С. 20–24.
2. Коновалова Н.А., Ярилов Е.В., Дабижа О.Н., Панков П.П. Экономически эффективные композиционные материалы на основе отходов щебеночного производства для дорожного строительства // *Экология и промышленность России*. 2017. № 6. С. 15–17.
3. Бочков Н.Н., Шепелев И.И., Жижаев А.М. Перспективные строительные материалы на основе отходов глиноземного производства *Перспективные материалы в технике и строительстве: Материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием*. Томск, 2015. С. 454–455.
4. Руднов В.С., Беляков В.А. Новые вяжущие материалы из техногенных отходов. *Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований. Уральский рынок лома, промышленных и коммунальных отходов: Труды Конгресса с международным участием и Конференции молодых ученых V Форума*. Екатеринбург. 2017. С. 82–84.
5. Кравцов А.В., Виноградова Е.А., Бородин Л.М., Цыбакин С.В. Исследование динамики набора прочности бетона с использованием отходов металлургического производства // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 9. С. 47–50.

References

1. Hezhev H.A., Puharenko Yu.V., Hezhev T.A. Fibrous gypsum concrete composites with the use of volcanic rock. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 11, pp. 20–24. (In Russian).
2. Konovalova N.A., Yarilov E.V., Dabizha O.N., Pankov P.P. Economically effective composite materials on the basis of waste of crushed-stone production for road construction. *Ehkologiya i promyshlennost' Rossii*. 2017. No. 6, pp. 15–17. (In Russian).
3. Bochkov N.N., Shepelev I.I., Zhizhaev A.M. Perspective construction materials on the basis of waste of aluminous production. *Perspective materials in the equipment and construction: Materials II of the All-Russian scientific conference of young scientists with the international participation*. Tomsk. 2015, pp. 454–455. (In Russian).
4. Rudnov V.S., Belyakov V.A. New knitting materials from technogenic waste. *Basic researches and applied developments of processes of processing and utilization of technogenic educations. Ural market of scrap, industrial and municipal wastes: Works of the Congress with the international participation and Conferences of young scientists of the V Forum*. Ekaterinburg. 2017, pp. 82–84. (In Russian).
5. Kravcov A.V., Vinogradova E.A., Borodina L.M., Cybakinyu S.V. Research of dynamics of enrollment of durability of concrete with use of waste of copper-smelting production. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 9, pp. 47–50. (In Russian).

6. Садовник О.Н. Развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий в строительстве. *Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры: Материалы международной научно-практической конференции*. Краснодар, 2017. С. 245–249.
7. Секерин В.Д., Горохова А.Е., Новикова Е.Н. Отходы базальтового волокна – в доходы // *Экономика и предпринимательство*. 2016. № 8 (73). С. 417–419.
8. Секерин В.Д., Горохова А.Е., Новикова Е.Н. Проблемы и пути решения утилизации отходов базальтового волокна: экономический аспект // *Экономика и предпринимательство*. 2016. № 6 (71). С. 62–65.
9. Секерин В.Д., Новикова Е.Н. Проблемы и пути решения утилизации отходов базальтового и минерального волокна. *Экономические аспекты развития российской индустрии в условиях глобализации: Материалы Международной научно-практической конференции кафедры «Экономика и организация производства»*. Москва. 2015. С. 202–206.
10. Александров Д.Ю. Перспектива использования отходов базальтовых волокон в дорожной отрасли. *Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. СибАДИ. 2017. С. 17–20.
11. Секерин В.Д. Пути снижения себестоимости производства непрерывного базальтового волокна // *Известия Московского государственного технического университета МАМИ*, 2015. Т. 5. № 2 (24). С. 67–70.
12. Потапова Е.Н., Манушина А.С., Урбанов А.В. Влияние волокон на свойства гипсоцементно-пудцоланового вяжущего // *Успехи в химии и химической технологии*. 2016. № 7. С. 66–67.
13. Buryanov A.F., Novichenkova T.B., Petropavlovskaya V.B., Petropavlovskii K.S. Simulating the structure of gypsum composites using pulverized basalt waste // *MATEC Web Conf.* 2017. Vol. 117. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711700026>
14. Аблесимов Н.Е., Малова Ю.Г. Каменное (базальтовое) волокно: исследования и научные школы // *Научное обозрение. Технические науки*. 2016. № 6. С. 5–9.
15. Манушина А.С., Урбанов А.В., Зырянов М.С., Сапронов А.О., Потапова Е.Н. Коррозия базальтового волокна в среде гипсового вяжущего // *Успехи в химии и химической технологии*. 2017. № 1. С. 6–8.
16. Международный базальтовый форум: оценка реалий и возможностей базальтовой индустрии // *Рациональное освоение недр*. 2016. № 5–6. С. 117–119.
17. Рахимова Г.М., Аринова А.С., Рахимова А.М., Хан М.А. Перспективы применения базальтового волокна в бетон с использованием нанокремнезема // *Труды Университета*. 2016. № 2 (63). С. 72–75.
18. Данько А.В. Применение материалов на основе базальтовых волокон в строительстве. *Научная дискуссия современной молодежи: актуальные вопросы, достижения и инновации: Материалы Международной научно-практической конференции*. 2016. С. 361–363.
19. Кнотько А.В., Меледин А.А., Судьин В.В., Гаршев А.В., Путляев В.И. Модификация поверхностного слоя базальтового волокна для увеличения коррозионной стойкости в фиброцементных композициях // *Строительные материалы*. 2010. № 9. С. 89–93.
20. Сарайкина К.А., Голубев В.А., Яковлев Г.И., Сычугов С.В., Первущин Г.Н. Повышение коррозионной стойкости базальтового волокна в цементных бетонах // *Строительные материалы*. 2016. № 1–2. С. 27–31.
21. Артамонова О.В. Синтез наномодифицирующих добавок для технологии строительных композиций: Монография. Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. 100 с.
6. Sadovnik O.N. Development of low-waste and resource-saving technologies in construction. *Ecological, engineering and economic, legal and administrative aspects of development of construction and transport infrastructure: Materials of the international scientific and practical conference*. Krasnodar. 2017, pp. 245–249. (In Russian).
7. Sekerin V.D., Gorohova A.E., Novikova E.N. Waste of basalt fiber – in income. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2016. No. 8 (73), pp. 417–419. (In Russian).
8. Sekerin V.D., Gorohova A.E., Novikova E.N. Problems and solutions of recycling of basalt fiber: economic aspect. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2016. No. 6 (71), pp. 62–65. (In Russian).
9. Sekerin V.D., Novikova E.N. Problems and solutions of recycling of basalt and mineral fiber. *Economic aspects of development of the Russian industry in the conditions of globalization: Materials of the International scientific and practical conference of department "Economy and organization of production"*. Moscow. 2015, pp. 202–206. (In Russian).
10. Aleksandrov D.Yu. The prospect of use of waste of basalt fibers in road branch. *Basic and applied researches of young scientists: Materials of the International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists*. Omsk. 2017, pp. 17–20. (In Russian).
11. Sekerin V.D. Ways of decrease in cost of production of continuous basalt fiber. *Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI*. 2015. Vol. 5. No. 2 (24), pp. 67–70. (In Russian).
12. Potapova E.N., Manushina A.S., Urbanov A.V. Influence of fibers on properties of gypsum cement pozzolanic binder. *Uspekhi v himii i himicheskoy tekhnologii*. 2016. No. 7, pp. 66–67. (In Russian).
13. Buryanov A.F., Novichenkova T.B., Petropavlovskaya V.B., Petropavlovskii K.S. Simulating the structure of gypsum composites using pulverized basalt waste. *MATEC Web Conf.* 2017. Vol. 117. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711700026>
14. Ablesimov N.E., Malova YU. G. Stone (basalt) fiber: researches and schools of sciences. *Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki*. 2016. No. 6, pp. 5–9. (In Russian).
15. Manushina A.S., Urbanov A.V., Zyryanov M.S., Sapronov A.O., Potapova E.N. Corrosion of basalt fiber in the environment of plaster knitting. *Uspekhi v himii i himicheskoy tekhnologii*. 2017. No. 1, pp. 6–8. (In Russian).
16. International basalt forum: assessment of realities and opportunities of the basalt industry. *Racional'noe osvoenie nedr*. 2016. No. 5–6, pp. 117–119. (In Russian).
17. Rahimova G.M., Arinova A.S., Rahimova A.M., Han M.A. The prospects of use of basalt fiber in concrete with nanosilicon dioxide use. *Trudy Universiteta*. 2016. No. 2 (63), pp. 72–75. (In Russian).
18. Dan'ko A.V. Use of materials on the basis of basalt fibers in construction. *Scientific discussion of modern youth: topical issues, achievements and innovations: Materials of the International scientific and practical conference*. 2016, pp. 361–363. (In Russian).
19. Knotko A.V., Meledin A.A., Sudin V.V., Garshev A.V., Putlyayev V.I. Modification of surface layer of basalt fibre for improvement of corrosion resistance in fibre-cement composites. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 9, pp. 89–93. (In Russian).
20. Saraykina K.A., Golubev V.A., Yakovlev G.I., Sychugov S.V., Pervushin G.N. The corrosion resistance increase of basalt fiber cement concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 1–2, pp. 27–31. (In Russian).
21. Artamonova O.V. Sintez nanomodifitsiruyushchikh dobavok dlya tekhnologii stroitel'nykh kompozitov: monografiya [Synthesis of nanomodifying additives for building composites technology: monograph]. Voronezh: Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. 2016. 100 p.

М.С. ГАРКАВИ¹, д-р техн. наук (mgarkavi@mail.ru), А.В. АРТАМОНОВ¹, канд. техн. наук, Е.В. КОЛОДЕЖНАЯ¹, канд. техн. наук; А.П. НЕФЕДЬЕВ², инженер, Е.А. ХУДОВЕКОВА², инженер; А.Ф. БУРЬЯНОВ³, д-р техн. наук; Х.-Б. ФИШЕР⁴, доктор-инженер

¹ ЗАО «Урал-Омега» (455037, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 89, стр. 7)

² ООО «Евросинтез» (455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пос. Желтинский, ул. Степная, 1а)

³ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

⁴ Веймарский строительный университет (Германия, 99423, г. Веймар, Гешвистер-Шолл-Штрассе, 8)

Активированные наполнители для гипсовых и ангидритовых смесей

Минеральный наполнитель является важнейшим компонентом гипсовых и ангидритовых смесей. Технические и эксплуатационные свойства смесей зависят от интенсивности межфазного взаимодействия между матрицей и минеральным наполнителем. Получение активированных минеральных наполнителей с принципиально новыми характеристиками обеспечивается применением механоактивации и химического модифицирования их поверхности за счет создания поверхностных наноструктур. Формирование наноструктур осуществляется закреплением модификатора по механизму молекулярного наслаивания на поверхности наполнителя в процессе его получения при измельчении и активации минерального компонента. Установлены принципы выбора химических модификаторов для активированных наполнителей в зависимости от вида и назначения гипсовых и ангидритовых смесей. Определены физико-технические и эксплуатационные свойства гипсовых и ангидритовых смесей с активированными наполнителями.

Ключевые слова: наполнитель, механоактивация, модификатор, гипс, ангидрит.

Для цитирования: Гаркави М.С., Артамонов А.В., Колодежная Е.В., Неведьев А.П., Худовекова Е.А., Бурьянов А.Ф., Фишер Х.-Б. Активированные наполнители для гипсовых и ангидритовых смесей // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 14–17. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-14-17>

M.S. GARKAVI¹, Doctor of Sciences (Engineering) (mgarkavi@mail.ru), A.V. ARTAMONOV¹, Candidate of Sciences (Engineering),

E.V. KOLODEZHNYAYA¹, Candidate of Sciences (Engineering); A.P. NEFED'EV², Engineer, E.A. KHUDOVEKOVA², Engineer;

A.F. BURYANOV³, Doctor of Sciences (Engineering); H.-B. FISHER⁴, Doctor-Engineer

¹ ЗАО «Ural-Omega» (89, structure 7, Lenina Avenue, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, 455037, Russian Federation)

² ООО «Evrosintez» (1a, Stepnaya Street, Settlement Zheltinsky, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, 455000, Russian Federation)

³ National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl'skoe Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

⁴ Bauhaus-Universität Weimar (8, Geschwister-Scholl-Straße, 99423 Weimar, Germany)

Activated Fillers for Gypsum and Anhydrite Mixes

Mineral filler is the most important component of gypsum and anhydrite mixes. Technical and operational properties of mixes depend on the intensity of interfacial interaction between the matrix and the mineral filler. The production of activated mineral fillers with principally new characteristics is provided by the use of mechanical activation and chemical modification of their surfaces due to creation of new surface nano-structures. The formation of nano-structures is carried out by fixing the modifier according to the mechanism of molecular layering on the surface of the filler in the process of its obtaining when grinding and activating the mineral component. The principles of selecting chemical modifiers for activated fillers depending on the type and purpose of gypsum and anhydrite mixes are established. Physical-technical and operational properties of gypsum and anhydrite mixes with activated fillers are determined.

Keywords: filler, mechanical activation, modifier, gypsum, anhydrite.

For citation: Garkavi M.S., Artamonov A.V., Kolodezhnaya E.V., Nefedev A.P., Khudovekova E.A., Buryanov A.F., Fisher H.-B. Activated fillers for gypsum and anhydrite mixes. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 14–17. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-14-17> (In Russian).

Минеральные наполнители являются важнейшим компонентом многих дорожных, строительных и композиционных материалов и оказывают существенное влияние на их физико-технические и эксплуатационные свойства [1–3]. В гипсовых и ангидритовых сухих строительных смесях наполнители занимают до 70% объема и позволяют не только сократить расход вяжущих, но и улучшить технологические, деформативные и прочностные показатели искусственного камня. Величина этих показателей при прочих равных условиях зависит от характера и интенсивности взаимодействия наполнителя с матрицей вяжущего вещества.

Согласно [4] образование прочных контактов между связующим и наполнителем достигается в том случае, когда поверхностная энергия наполнителя выше, чем у связующего. Повышение поверхностной энергии и соответственно реакционной способности наполни-

теля достигается при использовании механической активации [5].

При механической активации повышение реакционной способности минеральных наполнителей обеспечивается не только уменьшением размера частиц, но и изменением их кристаллической структуры за счет повышения концентрации дефектов и образования активных поверхностных центров [5, 6]. Количество активных центров зависит от условий механической обработки, в частности от способа воздействия на материал, т. е. от механизма создания возникающих в нем напряжений. Наиболее эффективным способом передачи энергии при механоактивации является ударное воздействие, так как именно оно позволяет концентрировать механическую энергию на определенных участках обрабатываемого тела [7]. Для проведения механической активации необходимы измельчительные аппа-

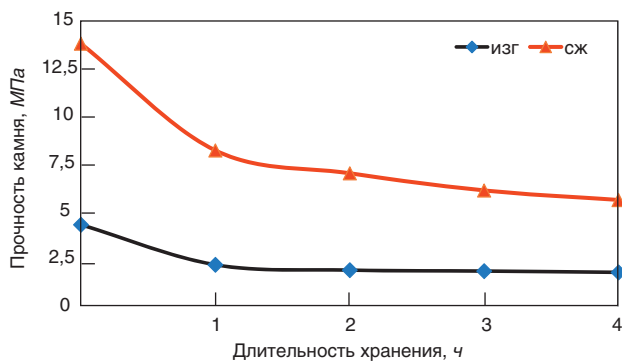


Рис. 1. Влияние длительности хранения наполнителя после механоактивации на прочность искусственного камня

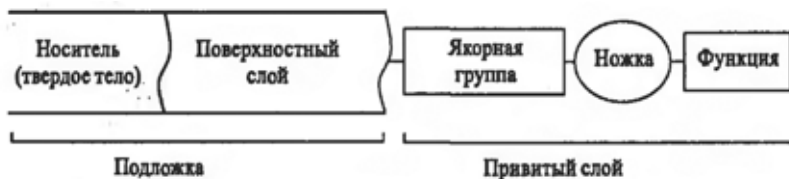


Рис. 2. Общая схема поверхностно-модифицированного материала [10]

раты с высокой энергонапряженностью. Среди современных измельчительных устройств наиболее подходящими являются дезинтеграторы, центробежно-ударные и струйные мельницы [5, 8].

При механоактивации материал переходит в неравновесное состояние, в котором внешние напряжения практически не действуют, а внутренние (остаточные) напряжения релаксируют, переводя вещество в равновесное состояние [9]. В связи с этим эффект механоактивации имеет ограниченный временной интервал, т. е. с течением времени материал уже не удерживает подведенную энергию и образования новых активных центров не происходит, а имеет место их гибель. Это хорошо подтверждается данными рис. 1, откуда следует, что высокая прочность искусственного камня из смеси ангидритового вяжущего и известнякового наполнителя достигается только при использовании свежеприготовленного наполнителя. Уже после 1 ч хранения наполнителя эффект механоактивации исчезает.

Таким образом, несмотря на существенный прирост прочности полученного ангидритового камня (в 2,3 раза), механоактивация имеет технологическое ограничение, которое заключается в необходимости использования наполнителя и сухой смеси непосредственно сразу после изготовления.

Решением данной задачи является применение химического модифицирования поверхности минерального наполнителя в процессе его изготовления. Поверхностно-модифицированные материалы – это относительно новый класс материалов, представляющих собой твердое тело, на поверхности которого зафиксирован чрезвычайно тонкий, обычно молекулярный слой химических соединений. При этом создается поверхность с определенными физико-химическими свойствами либо модифицирование используется для направленного изменения этих свойств [10].

Одним из методов поверхностного модифицирования, получившим наиболее широкое развитие и применение, является метод молекулярного наслаивания. Суть его заключается в реализации в неравновесных условиях физико-химических реакций на поверхности твердого тела между подводимыми извне реагентами и поверхностными функциональными группами (активными центрами) подложки. Главным требованием при проведении модифицирования по методу молекуляр-

ного наслаивания является осуществление различных стадий взаимодействия реагентов с функциональными группами твердого тела в условиях максимального удаления от равновесия [11]. Последнее условие может быть обеспечено совмещением операций механоактивации и химического модифицирования поверхности минерального наполнителя.

Применительно к изготовлению наполнителей для гипсовых и ангидридовых сухих строительных смесей этот процесс может быть реализован в центробежно-ударных мельницах [8]. В процессе измельчения доза механической энергии, передаваемой материалу, достигает 102 кДж/г, что переводит его в требуемое неравновесное состояние. За счет равномерного распределения жидкого модификатора на поверхности каждой частицы и высокой степени сопряжения компонентов достигается закрепление добавки на минеральном наполнителе. В результате на поверхности твердых частиц формируется ковалентно закрепленный привитый слой с точностью до одного мономолекулярного слоя. Полученный поверхностно-модифицированный минеральный носитель имеет структуру, приведенную на рис. 2.

Исходя из изложенных принципов поверхностной модификации разработана энергосберегающая технология изготовления в центробежно-ударной мельнице химически модифицированных минеральных наполнителей различного назначения.

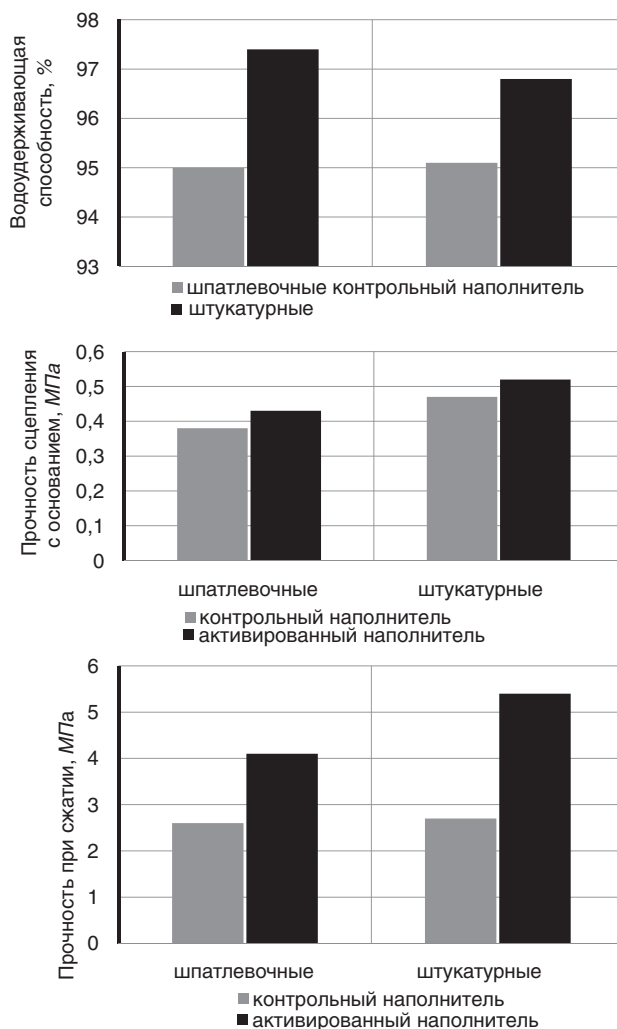


Рис. 3. Свойства гипсовых сухих строительных смесей

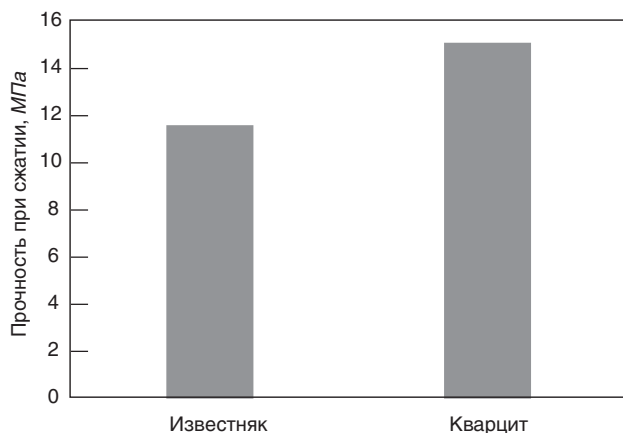


Рис. 4. Прочность при сжатии основания пола из ангидритовой смеси

На рис. 3 приведены основные физико-технические характеристики сухих строительных смесей на основе гипсовых вяжущих с использованием карбонатных активированных наполнителей.

Из приведенных данных следует, что использование разработанных активированных наполнителей существенно изменяет технологические и физико-механические свойства гипсовых смесей.

Поверхностное химическое модифицирование позволяет существенно расширить ассортимент сырьевых материалов для изготовления наполнителей сухих строительных смесей. Необходимым условием выбора исходных компонентов определенного функционального назначения является соответствие требований к ним и к конечному продукту, а также возможность проявле-

Список литературы

1. Высоцкая М.А., Кузнецов Д.К., Барабаш Д.Е. Особенности структурообразования битумно-минеральных композиций с применением пористого сырья // *Строительные материалы*. 2014. № 1–2. С. 68–71.
2. Гончарова М.А., Ткачева И.А. Практический опыт применения щебеночно-мастичного асфальтобетона с использованием активированного минерального порошка // *Строительные материалы*. 2016. № 10. С. 80–82.
3. Бердов Г.И., Ильина Л.В., Зырянова В.Н., Никоненко Н.И., Сухаренко В.А. Влияние минеральных наполнителей на свойства строительных материалов // *Строительные материалы*. 2012. № 9. С. 79–83.
4. Иващенко Ю.Г., Евстигнеев С.А., Страхов А.В. Роль наполнителей и модификаторов в формировании структуры и свойств композитов на основе гипсового вяжущего. *Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов: Материалы VI Международной научно-технической конференции*. Волгоград, 2011. С. 159–162.
5. Аввакумов Е.Г., Гусев А.А. Механические методы активации в переработке природного и техногенного сырья. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2009. 155 с.
6. Худякова Л.И., Войлошников О.В., Котова И.Ю. Влияние механической активации на процесс образования и свойства композиционных вяжущих материалов // *Строительные материалы*. 2015. № 3. С. 37–39.
7. Прокофьев В.Ю., Гордина Н.Е. Процессы измельчения и механохимической активации в технологии

ния необходимых свойств в процессе переработки и эксплуатации [12]. Большинство производителей сухих гипсовых и ангидритовых смесей используют в качестве наполнителей карбонатные породы (известняк, доломит), что обусловлено кристаллохимическим сродством карбонатов с сульфатами кальция [13]. В то же время в РФ имеются большие запасы кварцсодержащего, в том числе и техногенного сырья, которое после химического модифицирования можно использовать в составе гипсовых и ангидритовых сухих строительных смесей.

На рис. 4 приведена прочность самонивелирующегося основания пола, изготовленного из сухой смеси на основе фторангидрита с наполнителями из химически модифицированных известняка и кварцита.

Полученные данные свидетельствуют об эффективности использования наполнителя из химически модифицированного кварцита для изготовления сухих строительных смесей на основе гипсовых и ангидритовых вяжущих.

Исходя из перспективности использования активированных наполнителей в сухих строительных смесях для химического модифицирования специально сформирован широкий ассортимент жидких модификаторов. Эти модификаторы позволяют получать активированные наполнители из горных пород и техногенных продуктов различного минерального и химического состава.

Таким образом, применение для получения активированных наполнителей центробежно-ударных мельниц в сочетании с жидкими химическими модификаторами позволяет создавать поверхностные привитые слои с заданными характеристиками и тем самым управлять свойствами как самих наполнителей, так и гипсовых и ангидритовых материалов с их использованием.

References

1. Vysotskaya M.A., Kuznetsov D.K., Barabash D.E. Peculiarities of Structure Formation of Bitumen-Mineral Compositions with the Use of Porous Raw Materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 1–2, pp. 68–71. (In Russian).
2. Goncharova M.A., Tkacheva I.A. Practical Experience in Applying the Crushed Stone-Mastic Asphalt Concrete with the Use of Activated Mineral Powder. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 10, pp. 80–82. (In Russian).
3. Berdov G.I., Il'ina L.V., Zyryanova V.N., Nikonenko N.I., Sukharensko V.A. Influence of Mineral Microfillers on Building Materials Properties. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 9, pp. 79–83. (In Russian).
4. Ivashchenko Yu.G., Evstigneev S.A., Strakhov A.V. Role of fillers and modifiers in formation of structure and properties of composites on the basis of plaster knitting. *Reliability and durability of construction materials, designs and foundations of the bases: Materials VI of the International scientific and technical conference*. Volgograd. 2011, pp. 159–162. (In Russian).
5. Avvakumov E.G., Gusev A.A. Mekhanicheskie metody aktivatsii v pererabotke prirodnogo i tekhnogennogo syr'ya [Mechanical methods of activation in processing of natural and technogenic raw materials]. Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel'stvo "Geo". 2009. 155 p.
6. Khudyakova L.I., Voiloshnikov O.V., I.Yu. Influence of Mechanical Activation on Process of Formation and Properties of Composite Binding Materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 3, pp. 37–39. (In Russian).
7. Prokofev V.Yu., Gordina N.E. Processes of crushing and mechanochemical activation in technology of oxidic ceramics (review). *Steklo i keramika*. 2012. No. 2, pp. 29–34. (In Russian).

- оксидной керамики (обзор) // *Стекло и керамика*. 2012. № 2. С. 29–34.
8. Гаркави М.С., Артамонов А.В., Колодежная Е.В., Нефедьев А.П. Новые технологии в производстве тонкодисперсных материалов. *Сборник трудов VI Международной научно-технической конференции «Переработка минерального сырья. Инновационные технологии и оборудование»*. Минск, 2016. С. 24–26.
 9. Бутягин П.Ю., Стрелецкий А.Н. Кинетика и энергетический баланс в механохимических превращениях // *Физика твердого тела*. 2005. Т. 47. № 5. С. 830–836.
 10. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Г.В. Лисичкина. М.: Физматлит, 2003. 592 с.
 11. Малыгин А.А. Нанотехнология молекулярного наслаивания // *Российские нанотехнологии*. 2007. Т. 2. № 3–4. С. 87–100.
 12. Белялов Т. О расширении применения доломитовой (известняковой) муки в производстве сухих строительных смесей // *Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка*. 2013. Вып. 49. С. 176–180.
 13. Халиуллин М.И., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. Композиционное ангидритовое вяжущее повышенной водостойкости // *Строительные материалы*. 2000. № 12. С. 34–35.
 8. Garkavi M.S., Artamonov A.V., Kolodezhnaya E.V., Nefed'ev A.P. New technologies in production of fine materials. *Collection of works of the 6th International scientific and technical conference "Processing of mineral raw materials. Innovative technologies and equipment"*. Minsk. 2016, pp. 24–26.
 9. Butyagin P.Yu., Streletsky A.N. Kinetics and power balance in mechanochemical transformations. *Fizika tverdogo tela*. 2005. Vol. 47. No. 5, pp. 830–836. (In Russian).
 10. Khimiya privitykh poverkhnostnykh soedineniy [Chemistry of the imparted superficial connections]. Edited by G.V. Lisichkin. Moscow: Fizmatlit. 2003. 592 p.
 11. Malygin A.A.. Nanotechnology of molecular lamination. *Rossiyskie nanotekhnologii*. 2007. Vol. 2. No. 3–4, pp. 87–100. (In Russian).
 12. Belylov T. About expansion of use of dolomite (calcareous) powder in production of dry construction mixes. *Budivel'ni materialy, virobi ta sanitarna tekhnika*. 2013. Iss. 49, pp. 176–180.
 13. Khaliullin M.I., Altykis M.G., Rakhimov R.Z. Composite ангидритовый knitting the increased water resistance. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2000. No. 12, pp. 34–35. (In Russian).

14-й Международный конгресс по прикладной минералогии ICAM-2019

23–27 сентября 2019 г., Белгород,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Девиз конгресса – «Прикладная минералогия: будущее рождается сегодня»

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА ICAM-2019

- Геометаллургия, технологическая минералогия и процессы переработки минерального сырья.
- Индустриальные минералы, драгоценные камни, руды и добыча полезных ископаемых.
- Нефтяные и газовые коллекторы, в том числе газовые гидраты.
- Аналитические методы, приборы и автоматизация.
- Перспективные материалы с улучшенными характеристиками, в том числе техническая керамика и стекло.
- Строительное материаловедение.
- Биомиметические материалы на минеральной основе, биоминералогия.
- Окружающая среда и энергетические ресурсы.
- Культурное наследие, артефакты и их сохранность.

Для молодых ученых оргкомитет предусматривает проведение дискуссионного клуба.

ПОЛЕВЫЕ ЭКСКУРСИИ

Лебединский ГОК Стойленский ГОК (г. Старый Оскол)

КОНТРОЛЬНЫЕ СРОКИ

Начало приема докладов 1 июня 2018 г.
Окончание приема докладов 1 ноября 2018 г.
Рецензирование докладов до 1 декабря 2018 г.

ОРГАНИЗАТОРЫ ICAM-2019



Национальный оргкомитет, председатель **Евгений Савченко**

Национальный программный комитет, председатель **Леонид Вайсберг**

Совет ICAM, президент **Саверио Фиоре**

При поддержке IMA-CAM, председатель **Маартен А.Т.М. Брёкманс**

Сайт конгресса **www.geo.komisc.ru/icam2019**

Оргкомитет: **icam2019@gmail.com**

секретарь Национального программного комитета **О.Б. Котова kotova@geo.komisc.ru**

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, канд. техн. наук (victoriapetrop@gmail.com)

Тверской государственной технической университет (170026, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22)

Использование минеральных ультрадисперсных модификаторов на основе отходов промышленности в гипсовых композитах

Использование современных строительных композитов требует обеспечения их высоких эксплуатационных показателей – плотности, прочности, водостойкости и др. Один из способов повышения свойств композиционных вяжущих на основе гипса – введение добавок. Существующие классификации добавок по-разному оценивают их роль. Наиболее интересные классификации подразделяют добавки согласно механизму их воздействия на гипсовый камень или участию в фазообразовании. В работе обобщены результаты исследований модификации композитов на основе дигидрата сульфата кальция минеральными ультрадисперсными добавками. В качестве таких добавок применены попутные продукты производства – микрокальцит, микрокремнезем и отходы промышленности – пыль базальтового производства. Выбор добавок был обусловлен их дисперсностью и химическим составом. Сравнительный анализ добавок показал, что они все применимы для безобжиговых гипсовых вяжущих, однако механизмы их действия различны. Исследованиями влияния добавки микрокремнезема установлено повышение прочности композита, что обусловлено его воздействием на величину растворимости исходной фазы. Добавку микрокальцита можно характеризовать как структурообразующую. Средство структур добавки и вяжущего способствует тому, что при перекристаллизации систем негидратационного твердения обеспечиваются наиболее благоприятные условия. В случае использования в качестве дисперсной добавки для гипсовых систем негидратационного твердения пылевидного отхода базальтового производства особую роль играет pH поровой жидкости, лимитирующей процесс структурообразования, а также размер и морфологию кристаллов новой фазы модифицированного гипсового камня. При повышенных значениях водородного показателя, характерных для гипсовых составов с базальтовым компонентом, процессы структурообразования будут протекать более активно.

Ключевые слова: гипсовый камень, минеральные добавки, дисперсность, гранулометрический состав, эксплуатационные свойства, структура.

Для цитирования: Петропавловская В.Б. Использование минеральных ультрадисперсных модификаторов на основе отходов промышленности в гипсовых композитах // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-18-23>

V.B. PETROPAVLOVSKAYA, Candidate of Science (Engineering) (victoriapetrop@gmail.com)
Tver State Technical University (22, Afanasiy Nikitin Embankment, Tver, 170026, Russian Federation)

The Use of Mineral Ultra-Disperse Modifiers on the Basis of Industrial Wastes in Gypsum Composites

The use of modern building composites requires ensuring their high performance – density, durability, water resistance, etc. One of the ways to improve the properties of composite binders based on gypsum is introduction of additives. The existing classifications of additives evaluate their role differently. The most interesting classifications subdivide additives according to the mechanism of their impact on the gypsum stone or participation in phase formation. The paper summarizes the results of studies of modification of composites based on the dihydrate of calcium sulfate with mineral ultra-disperse additives. By-products of production such as micro-calcite, micro-silica and industrial wastes as dust of basalt production are used as such additives. The choice of additives is due to their dispersion and chemical composition. Comparative analysis of additives shows that they are all applicable to non-burning gypsum binders, but the mechanisms of their action are different. Research in the influence of silica fume additive has been established the increase in the strength of the composite, due to its impact on the value of the solubility of the initial phase. The addition of micro-calcite can be characterized as a structure-forming. The affinity of the additive and binder structures when re-crystallizing non-hydration hardening systems contributes to the most favorable conditions. In the case of using the dust-like waste of basalt production as a dispersed additive for gypsum systems of non-hydration hardening, a special role is played by the pH of the pore liquid, which limits the process of structure formation, as well as the size and morphology of the crystals of the new phase of the modified gypsum stone. At increased values of the hydrogen index, characteristic for gypsum compositions with basalt component, the processes of structure formation will proceed more actively.

Keywords: gypsum stone, mineral additives, dispersity, granulometric composition, operational properties, structure.

For citation: Petropavlovskaya V.B. The use of mineral ultra-disperse modifiers on the basis of industrial wastes in gypsum composites. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-18-23> (In Russian).

Использование современных строительных композитов требует обеспечения их высоких эксплуатационных показателей – прочности, водостойкости, пожарной безопасности и т. д. [1]. Один из наиболее востребованных на данный момент способов повышения свойств композиционных вяжущих – введение добавок, в том числе и в состав вяжущих на основе гипса: полуводного, двухводного, а также безводного [2–4].

Достаточно часто выбор добавки специалисты производят исходя из принципов, заложенных в классификациях Рогинского или Роланда [5].

По П. Роланду, добавки в гипсе могут обуславливать изменение растворимости, изменение скорости гидратации, которая в свою очередь будет определяться природой растворяемого вещества и его концентрацией в растворе.

Поэтому принято добавки классифицировать с точки зрения их влияния на растворимость гипса как ускорители или замедлители [5]. Вещества, используемые как добавки в гипсовых составах, условно подразделены на классы согласно механизму их воздействия на гипсовый камень:

- к первому классу относят сильные/слабые электролиты /неэлектролиты, которые влияют на растворимость гипса, но при этом не формируют на его поверхности труднорастворимых пленок;
- второй класс составляют вещества, которые могут выступать как готовые центры кристаллизации;
- третий класс составляют поверхностно-активные соединения, способные к адсорбции на полугидрате и гипсе, а также уменьшающие скорость зародышеобразования;

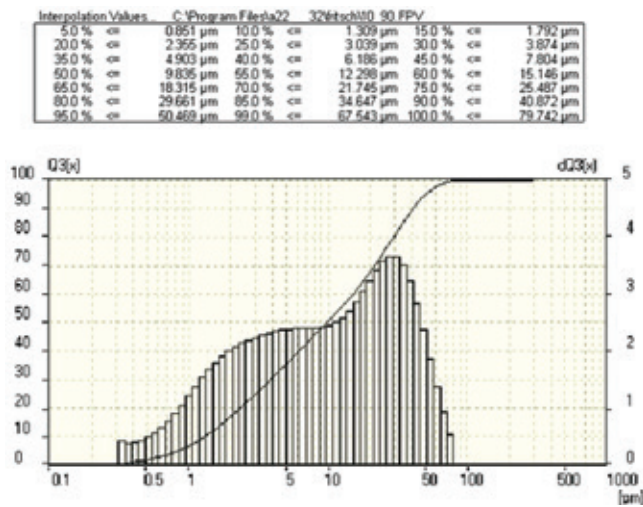


Рис. 1. Гранулометрический состав двунодного гипса фаянсового производства Тверской области

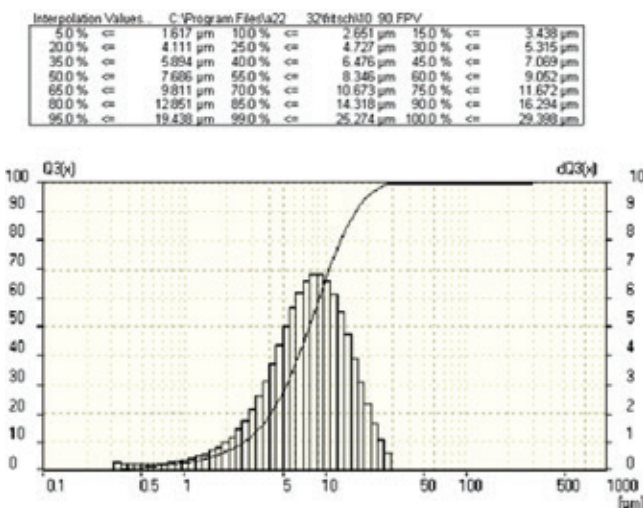


Рис. 2. Гранулометрический состав аморфного микрокремнезема – МК-85 Челябинского производства ферросилиция

– к четвертому классу относят вещества, которые при взаимодействии с гипсом формируют на его поверхности труднорастворимые фазовые пленки;

– пятый класс составляют вещества, которые выполняют одновременно несколько функций из перечисленных выше [5].

Четыре группы добавок с позиций С.Г. Рогинского возможно классифицировать исходя из их роли в фазообразовании:

- группа *модифицирующих* добавок представлена веществами, меняющими характер и скорость начальных химических взаимодействий при фазообразовании, в том числе: выступающими акцепторами и донорами электронов; изменяющими фазообразующую поверхность без изменения фазового состава; вызывающими образование новых активных химических соединений или новых фаз; кислотно-основные;

- группа *структурообразующих* добавок представлена веществами, регулирующими скорость диффузии; порообразующими; а также изменяющими термические свойства контакта;

- в группу *упрочняющих* внесены добавки, регулирующие прочность композиционного материала, его химическую стойкость, а также изменяющие скорость протекания процессов перекристаллизации (спекания);



Рис. 3. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц микрокальцита по размерам

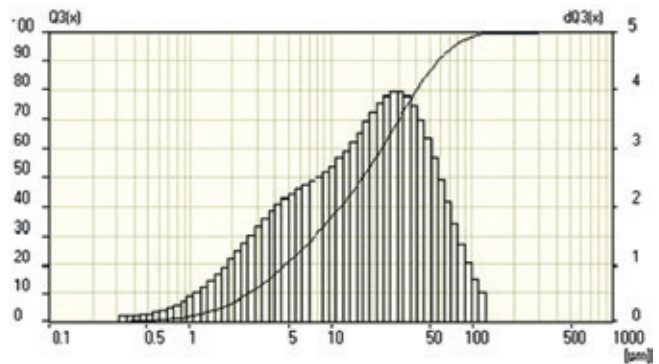


Рис. 4. Гранулометрический состав базальтовой пыли

Таблица 1
Средние значения размеров частиц микрокремнезема – МК-85

Фракция	Среднее значение, мкм	Фракция	Среднее значение, мкм
D43	8,71	D31	2,47
D42	6,31	D30	1,48
D41	3,76	D21	1,34
D40	2,3	D20	0,84
D32	4,58	D10	0,65

- группа *блокирующих* добавок, в свою очередь, разделена на микроблокирующие, которые действуют на отдельных участках фазообразующей поверхности, и добавки, блокирующие слои [5].

Однако, подбирая ту или иную добавку для улучшения свойств гипсового камня, руководствуются чаще всего ее ролью: в структурообразовании за счет образования мало- или нерастворимых соединений, формирующих малопористую структуру камня; в процессе механического уплотнения и коагуляции его пористой структуры высокодисперсной фазой; в формировании в структуре гипса водонепроницаемых пленок, экранирующих негативное воздействие воды, а также в формировании иной морфологии кристаллов новообразований [6–9].

Исследования процессов структурообразования систем гидратационного твердения на основе полугидрата с модифицирующими комплексами показывают, что направленное воздействие на структуру композиций отдельных модификаторов или их совокупностей обеспечивает технические высокие показатели [3, 7, 9]. Однако

Таблица 2

Статистические характеристики микрокремнезема – МК-85

Характеристика	Значение
Средний арифметический диаметр	8,71 мкм
Средний геометрический диаметр	6,888 мкм
Средний квадратический диаметр	10,262 мкм
Средний гармонический диаметр	4,575 мкм
Отклонение	0,944 мкм
Экссесс	0,728 мкм
Диапазон	1,744
Однородность	0,54 мкм
Удельная поверхность	13 м ² /г
Вариация	29,743 мкм
Среднее квадратическое отклонение	5,454 мкм
Среднее отклонение	4,264 мкм
Коэффициент вариации	62,612%
Мода	8,927 мкм
Медиана	7,682 мкм

Таблица 3

Химический состав микрокальцита Еленинского месторождения

Соединение	Содержание, %
CaCO ₃	>97
MgO	0,2
Fe ₂ O ₃	<0,1
SiO ₂	0,02
Al ₂ O ₃	0,05
Вещества, нерастворимые в HCl	<0,4

роль зернового состава модифицирующих комплексов, в особенности если они представлены несколькими добавками с разными характеристиками дисперсности, в фазообразовании и дальнейшем структурообразовании изучена недостаточно.

Еще меньше исследована структура модифицированного гипсового камня негидратационного твердения. Ввиду того, что процесс структурообразования в безобжиговых гипсовых материалах растянут во времени и обусловлен перекристаллизацией дигидрата при малых пересыщениях, влияние вещественного и зернового состава добавок еще более значимо [5].

В работе обобщены результаты исследований модификации гипсовых композитов на основе дигидрата сульфата кальция минеральными ультрадисперсными добавками. В качестве таких добавок были использованы попутные продукты производства (микрокальцит, микрокремнезем) и отходы промышленности (пыль базальтового производства). Выбор данных минеральных порошков обусловлен их дисперсностью и химическим составом.

Наиболее эффективными, как известно, являются добавки, имеющие общий ион Ca²⁺ с гипсом и дающие щелочную среду поровой жидкости, – известьсодержащие добавки, силикаты, алюмосиликаты кальция.

Также при выборе добавок учитывалась их способность повысить или понизить растворимость гипса, ускорить или замедлить процесс структурообразования.

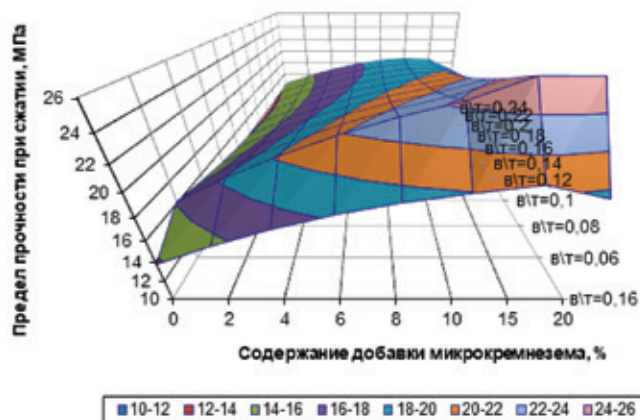


Рис. 5. Влияние добавки микрокремнезема на прочностные характеристики модифицированного прессованного гипсового композита при различном V/T

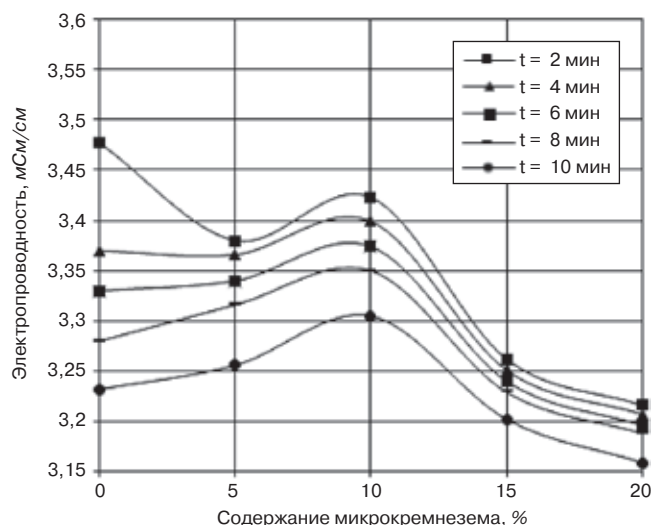


Рис. 6. Зависимость величины электропроводности насыщенного раствора двухводного гипса от содержания микрокремнезема

В качестве основного исходного материала использовался техногенный двухводный гипс в виде отработанных форм Тверского фаянсового производства. Использовались бинарные смеси порошков, отвечающих ГОСТ 125–79 (содержание дигидрата сульфата кальция CaSO₄·2H₂O в составе отходов в среднем составляло 98%). Получение рабочих смесей дигидрата осуществлялось в испытательном центре путем дробления отходов на щековой дробилке и последующим измельчением в шаровой мельнице.

Гранулометрический состав порошка дигидрата (рис. 1) характеризуется широким распределением частиц в составе смеси. Средний размер частиц дигидрата (d₅₀) – 9,431 мкм, максимальный размер частиц 79,742 мкм.

В качестве дисперсных модификаторов в исследованиях использовались:

- микрокремнезем – попутный продукт Челябинского производства ферросилиция;
- микрокальцит Еленинского месторождения;
- отходы пылеулавливания производства базальтового волокна на ООО «Парок», Тверская область.

Исследованиями гранулометрического состава микрокремнезема МК-85 (рис. 2) установлено, что максимальное количество частиц с размером 10 мкм в составе – 38,81%. Средний размер частиц в составе сырьевой смеси – 4,575 мкм (табл. 1, 2). Химический состав микрокремнезема представлен диоксидом кремния 80–98%.

Фазовый состав отхода производства базальтового волокна

Наименование	Содержание, мас. %				
	Кальцит	Доломит	Кварц	NaCl	Аморфная фаза
Отход дробления	2,9	19	4,9	13,2	60

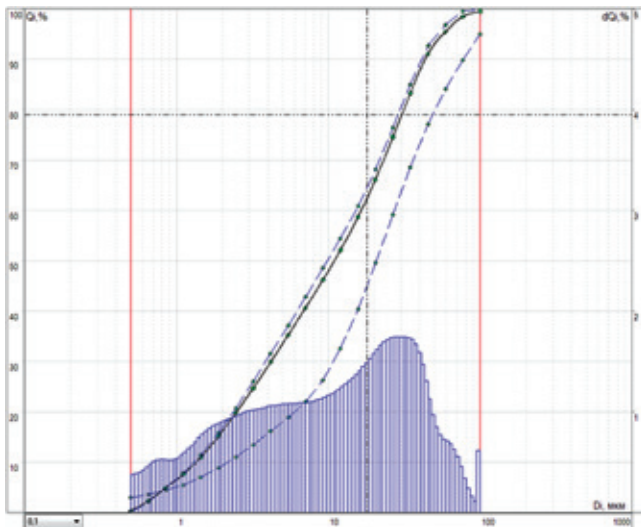


Рис. 7. Кривые распределения для оптимизированной смеси двуводного гипса с добавкой микрокремнезема МК-85

Гранулометрический состав микрокальцита характеризуется максимальным размером частиц 100 мкм и средним размером частиц 22 мкм.

Согласно проведенному химическому анализу микрокальцит имеет в своем составе 98% CaCO_3 и 0,05% Fe_2O_3 (табл. 3). Гранулометрический состав микрокальцита (рис. 3) характеризуется максимальным размером частиц 100 мкм и средним размером частиц 22 мкм.

Физические свойства микрокальцита: плотность (ISO 787/10) – 2740 кг/м³; коэффициент преломления – 1,6; твердость по шкале Мооса – 3; влажность порошков не более 0,2%.

Содержание оксидов натрия и калия в составе отхода базальтового производства составило 6,87 и 4,39% соответственно (табл. 4). Содержание алюминия – 3,05%.

Пылевидный отход производства базальтового волокна ООО «Парок» имеет максимальный размер частиц в составе порошка (d_{98}) – 92,309 мкм; средний размер частиц (d_{50}) – 16,815 мкм и содержание частиц менее 2 мкм – 7,84 мкм (рис. 4).

Зерновой состав порошков оценивали по результатам дисперсионного анализа с помощью лазерного анализатора типа Fritsch Particle Sizer «analysette 22». Анализ содержания аморфной фазы в образцах отхода базальтового производства выполнялся методом сравнения площадей гало и рефлексов кристаллических фаз. Среднюю плотность и прочность прессованных гипсовых образцов-цилиндров, полученных методом полусухого прессования на лабораторном гидравлическом прессе и выдержанных 14 сут во влажных условиях, оценивали по ГОСТу. Структурные особенности прессованного композита оценивались методом электронной микроскопии с помощью сканирующего микроскопа.

Содержание добавок микрокремнезема, микрокальцита и базальтовой пыли варьировалось от 0 до 20% от массы техногенного дигидрата, водотвердое отношение (В/Т) в пределах 0,06–0,24. Критериями оценки влияния добавок на свойства гипсового композита были приняты прочность и плотность материала.

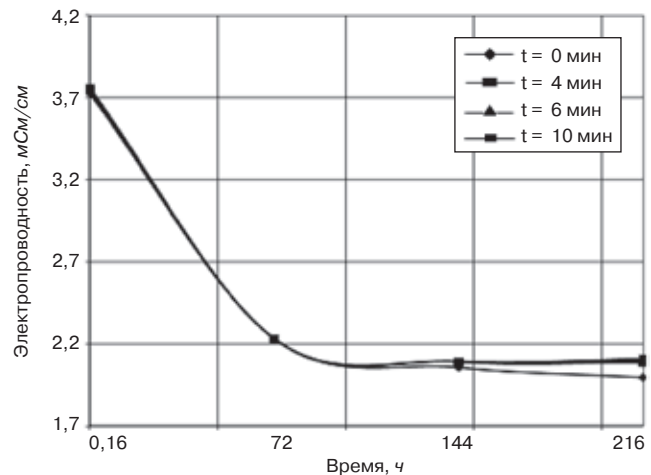


Рис. 8. Зависимость величины электропроводности насыщенного раствора двуводного гипса с добавкой микрокальцита в количестве 10% от времени насыщения; время перехода в равновесное состояние

При исследовании влияния добавки микрокремнезема на прочность прессованного материала установлено (рис. 5), что с увеличением процентного содержания добавки при постоянных значениях В/Т прочность структуры композита повышается, что обусловлено его влиянием на величину растворимости (рис. 6) исходной фазы.

Исследования показали, что величина электропроводности (которая характеризует растворимость системы) растворов с добавкой микрокремнезема достигает максимального значения – 3,43 мСм/см. Это происходит при введении микрокремнезема в количестве 10% через 10 мин после затворения его водой (рис. 6). При дальнейшем увеличении содержания добавки величина электропроводности растворов уменьшается.

Входящие в состав микрокремнезема силикаты и алюмосиликаты вступают в химическое взаимодействие с оксидом кальция с образованием новых соединений. Прирост прочности в возрасте 14 сут для составов с добавкой микрокремнезема превышает 50%.

Оптимизированный гранулометрический состав гипсовой смеси, модифицированной микрокремнеземистым компонентом, приведен на рис. 7. Для смеси техногенного гипса с микрокремнеземом характерно бимодальное распределение со смещенной вершиной в область крупных частиц с размером более 50 мкм.

Исследования карбонатного наполнителя в качестве активной добавки для гипсовых систем негидратационного твердения показали, что при введении добавки микрокальцита в пределах от 0 до 10% электропроводность, а следовательно, и растворимость увеличивается (рис. 8) и достигает наибольшего значения – 3,75 мСм/см при ее 10%-м содержании в составе композиции. При большем количественном содержании микрокальцита электропроводность падает для всех испытываемых растворов.

Максимальная электропроводность достигается для всех исследуемых составов в течение 10 мин, что обеспечивает фазообразование на начальном этапе процесса

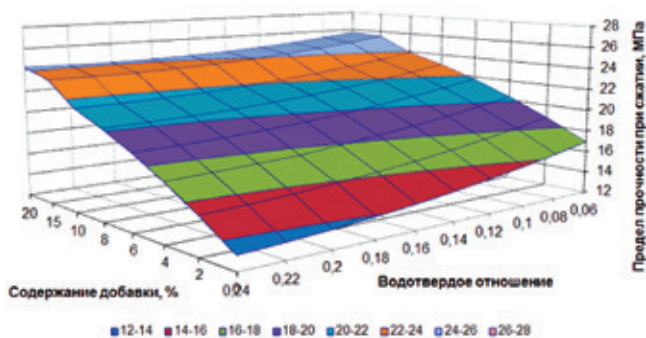


Рис. 9. Влияние количественного содержания добавки микрокальцита (%) на прочностные характеристики модифицированного прессованного гипсового композита при различном В/Т

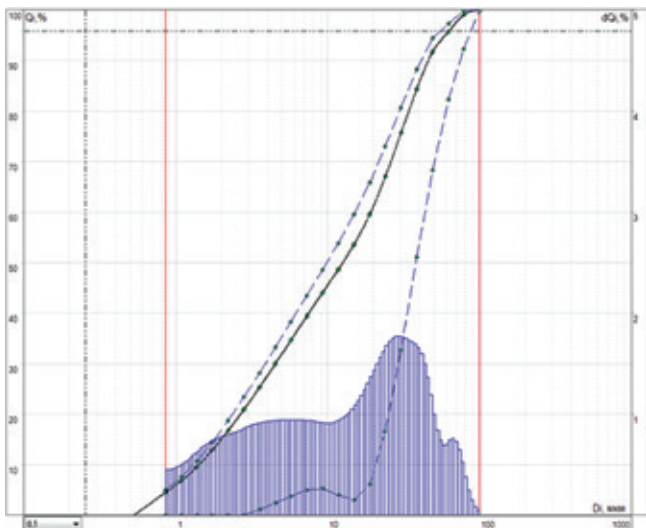


Рис. 10. Кривые распределения для оптимизированной смеси двуводного гипса с добавкой микрокальцита

структурообразования гипсового камня негидратационного твердения.

Образующийся контакт между поверхностью и кристаллизующимся веществом имеет высокий потенциал вследствие достраивания ионами кальция из растворенного вещества добавки кристаллической решетки структурообразующей поверхности дигидрата, что выгодно отличает микрокальцит от других модификаторов, поскольку он одновременно обладает рядом положительных качеств. Установленный оптимум содержания микрокальцита в гипсовой системе негидратационного твердения составил 20%. Прочность модифицированного камня повышается в среднем более чем на 60% (рис. 9), и вследствие пластифицирующего действия добавки микрокальцита, которая выступает в роли смазки в смеси, состоящей из совокупности как мелких, средних, так и крупных частичек, заполняя пространство между частицами дигидрата сульфата кальция, образует более плотноупакованную структуру композита.

Приведенная granulometрия оптимизированного состава модифицированной сырьевой смеси с добавкой микрокальцита (рис. 10) достаточно схожа с granulometрией состава на основе микрокремнезема, в то время как характеристики дисперсности самих добавок различаются и по ширине разброса частиц по размеру, и по значениям их средних диаметров. Как и в случае характеристик смеси с добавкой микрокремнезема, данные распределения характерны для бимодальных систем. Сходна и пологость интегрального распределения частиц по размерам в смесях с добавками микрокремнезе-

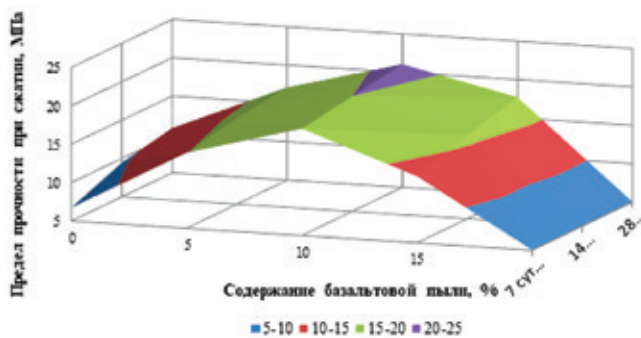


Рис. 11. Влияние добавки отхода пылеудаления базальтового производства на прочностные характеристики модифицированного прессованного гипсового композита в разные сроки твердения

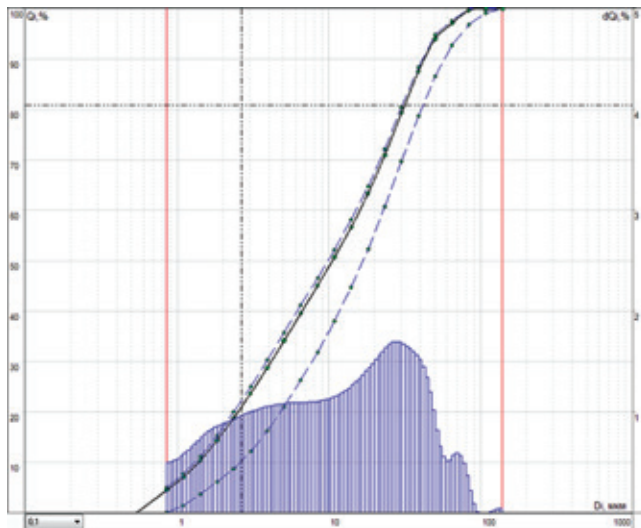


Рис. 12. Кривые распределения для оптимизированной смеси двуводного гипса с добавкой базальтовой пыли

ма и микрокальцита оптимального состава, характеризующаяся показателями d_{50} и d_{20} .

При использовании в качестве дисперсной добавки для гипсовых систем негидратационного твердения пылевидного отхода базальтового производства особую роль играет рН поровой жидкости, лимитирующей процесс структурообразования, а также размер и морфологию кристаллов новой фазы модифицированного гипсового камня. При повышенных значениях рН, характерных для гипсовых составов с базальтовым компонентом, процессы будут протекать более активно.

Наибольшая прочность гипсового композита с добавкой базальтовой пыли достигается при ее содержании в количестве 10% (рис. 11), причем нарастание прочности происходит в период твердения до 28 сут и после него, что, по-видимому, обусловлено не только влиянием рН, но и поддержанием за счет присутствия базальта оптимальных условий твердения, обеспечивающих перекристаллизацию дигидрата.

Granulometрический состав (рис. 12) несколько отличается от ранее рассмотренных составов с добавками микрокремнезема и микрокальцита, что отражается на средней плотности. Для составов с добавкой базальтовой пыли характерна более высокая средняя плотность — 1940 кг/м^3 , в то время как для составов с микрокальцитом и микрокремнеземом она не достигает 1900 кг/м^3 .

Таким образом, сравнительный анализ дисперсных добавок для гипсовых систем негидратационного твердения показал, что все исследованные добавки применимы для безобжиговых гипсовых вяжущих, однако

механизм их действия различен. Так, добавку микрокальцита можно характеризовать в первую очередь как структурообразующую, однако ее функции на этом не заканчиваются. Известно, что морфология и ориентация зародышей новой фазы в анизотропной среде должны соответствовать минимуму свободной энергии, который в свою очередь зависит от сходства в расположении атомов на соприкасающихся гранях новой и старой фаз, следовательно, сродство структур будет обеспечивать при перекристаллизации таких систем наиболее благоприятные условия [1, 5].

Добавки микрокремнезема и базальтовой пыли являются модификаторами. Однако следует заметить, что представляет интерес не только физико-химическое участие модификатора в процессе структурообразования, но и их гранулометрический состав [10, 11], обеспечивающий высокие эксплуатационные свой-

ства модифицированным гипсовым композитам. Наименее высокие характеристики по прочности и плотности обеспечивают оптимизированные по гранулометрическим показателям составы, имеющие бимодальное дифференциальное распределение частиц по размерам.

Таким образом, при формировании высокопрочной структуры модифицированного гипсового камня, отвечающего всем современным требованиям, необходимо учитывать следующие факторы:

- воздействие вводимых компонентов на растворимость гипса;
- гранулометрический состав, обеспечивающий фазообразование;
- щелочность поровой жидкости;
- воздействие окружающей среды;
- различные сочетания вышеперечисленных факторов.

Список литературы

1. Белов В.В., Петропавловская В.Б., Храмов Н.В. Строительные материалы. М.: АСВ, 2014. 272 с.
2. Копаница Н.О., Саркисов Ю.С., Демьяненко О.В. Применение нанодисперсного кремнезема в производстве строительных смесей // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2016. № 5 (58). С. 140–150.
3. Гордина А.Ф., Полянских И.С., Токарев Ю.В., Бурьянов А.Ф., Сеньков С.А. Водостойкие гипсовые материалы, модифицированные цементом, микрокремнеземом и наноструктурами // *Строительные материалы*. 2014. № 6. С. 35–37.
4. Жерновский И.В., Кожухова Н.И., Череватова А.В., Рахимбаев И.Ш., Жерновская И.В. Новые данные о наноразмерном фазообразовании в вяжущей системе «гипс – известь» // *Строительные материалы*. 2016. № 7. С. 9–12.
5. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б. Малоэнергетические гипсовые строительные композиты: Монография. Тверь: ТвГТУ, 2014. 136 с.
6. Гаркави М.С., Фишер Х.Б., Бурьянов А.Ф. Особенности кристаллизации двухводного гипса при искусственном старении гипсового вяжущего // *Строительные материалы*. 2015. № 12. С. 73–75.
7. Дребезгова М.Ю. Реологические свойства системы «композиционное гипсовое вяжущее – суперпластификатор – вода» // *Строительные материалы*. 2017. № 12. С. 68–70.
8. Хежев Х.А., Пухаренко Ю.В., Хежев Т.А. Фиброгипсобетонные композиты с применением вулканических горных пород // *Строительные материалы*. 2013. № 11. С. 20–24.
9. Петропавловский К.С., Новиченкова Т.Б. Влияние модифицирующих добавок на структурообразование самоармированных гипсовых композитов. *V Международный семинар-конкурс молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей: Сборник докладов*. СПб., 2015. С. 112–119.
10. Образцов И.В., Белов В.В. Программно-вычислительный метод подбора зернового состава заполнителя. *II Международный семинар-конкурс молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей: Сборник докладов*. СПб., 2011. С. 88–91.
11. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф. Закономерности влияния зернового состава на свойства сырьевых смесей прессованных гипсовых материалов // *Строительные материалы*. 2011. № 6. С. 4–5.

References

1. Belov V.V., Petropavlovskaya V.B., Khrantsov N.V. *Stroitel'nye materialy* [Construction materials]. Moscow: ASV. 2014. 272 p.
2. Kopanitsa N.O., Sarkisov Yu.S., Dem'yanenko O.V. Application of nanodispersed silica in the production of building mixtures. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2016. No. 5 (58), pp. 140–150. (In Russian).
3. Gordina A.F., Polyanskikh I.S., Tokarev Yu.V., Bur'yanov A.F., Sen'kov S.A. Waterproof gypsum materials modified by cement, microsilica, and nanostructures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 6, pp. 35–37. (In Russian).
4. Zhernovsky I.V., Kozhukhova N.I., Cherevatova A.V., Rakhimbaev I.Sh., Zhernovskaya I.V. New data about nano-sized phase formation in binding system «gypsum – lime». *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 7, pp. 9–12. (In Russian).
5. Petropavlovskaya V.B., Belov V.V., Novichenkova T.B. *Maloenergoemkie gipsovye stroitel'nye kompozity: monografiya*. [Low energy-intensive gypsum building composites]. Tver: Tver State Technical University. 2014. 136 p.
6. Garkavi M.S., Fisher H.-B., Burianov A.F. Features of crystallization of gypsum dihydrate in the course of artificial aging of gypsum binder. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 12, pp. 73–75. (In Russian).
7. Drebezgova M.Yu. Rheological properties of the system «composite gypsum binder – superplasticizer – water». *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 12, pp. 68–70. (In Russian).
8. Khezhev Kh.A., Pukharenko Yu.V., Khezhev T.A. Fibrous gypsum concrete composites with the use of volcanic rock. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 11, pp. 20–24. (In Russian).
9. Petropavlovskij K.S., Novichenkova T.B. Effect of modifying additives on the structure formation of self-reinforced gypsum composites. *V International seminar-competition of young scientists and post-graduate students working in the field of binders, concretes and dry mixes: collection of reports*. Saint Petersburg. 2015, pp. 112–119. (In Russian).
10. Obrazczov I.V., Belov V.V. Software-computational method of selection of aggregate grain. *II International seminar-competition of young scientists and post-graduate students working in the field of binders, concretes and dry mixtures: a collection of reports*. Saint Petersburg. 2011, pp. 88–91. (In Russian).
11. Petropavlovskaya V.B., Belov V.V., Novichenkova T.B., Burianov A.F. Regularities of influence of grain composition on properties of raw mixes of pressed gypsum materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 6, pp. 4–5. (In Russian).

Замена мельницы с минимальным простоем производства

Компания Gebr. Pfeiffer (Германия) ввела в эксплуатацию установку по помолу и сушке гипса для компании SINIAT GmbH (Германия) с остановкой производства всего на две недели



Для соответствия высоким техническим стандартам компания SINIAT GmbH запустила новую установку по помолу и сушке гипса на своем заводе в г. Хартерсхофен, Германия, в тесном сотрудничестве с компанией Gebr. Pfeiffer SE. Как было предусмотрено контрактом, новую валковую мельницу типа MPS 160 В пробовалось интегрировать в существующий гипсовый завод. При этом завод должен был продолжать работать на полную мощность за исключением остановки на две недели для перехода со старого на новое. Этот вызов означал огромный объем тщательно продуманной скоординированной работы, управления проектом и четкого проектирования, что удалось компании Gebr. Pfeiffer SE. По условиям контракта ситуация осложнялась очень коротким сроком поставки оборудования – всего 8 месяцев. Но в итоге заказчик полностью удовлетворен работой.

Высокие требования, установленные в контракте

Компания SINIAT GmbH, член бельгийской группы ETEX, специализируется на выпуске материалов и системных решений для сухого строительства из гипса и цемента (гипсокартонные и цементные листы, выравнивающие и штукатурные материалы и др.). С 1991 г. вертикальная валковая мельница тип

MPS 125 A производительностью 35 т/ч была в эксплуатации на заводе в Хартерсхофене, который приобрела компания Siniat. Мельница использовалась для помола и обработки природного гипса, синтетического гипса (гипс FGD) и вторичного сырья для получения базового материала при производстве гипсокартонных листов.

Целью компании SINIAT была минимизация расходов на переоснащение и сокращение периода полной остановки производства. Новая мельница типа MPS 160 В должна была быть установлена рядом с существующей, чтобы во время строительных работ существующая мельница продолжала работать. По планам переход со старой мельницы на новую должен был пройти за две недели во время остановки производства на обслуживание.

Это была весьма амбициозная цель, которую компания Gebr. Pfeiffer обязалась достичь в контракте, заключенном с SINIAT GmbH.

Также должны были быть выполнены следующие требования: соблюдение сжатого графика – всего 8 месяцев между заключением контракта и сдачей в эксплуатацию, обеспечение работоспособности установки и передача всего помольного комплекса на условиях «под ключ» со всеми компонентами из одного источника.

Организация работ по проекту – фокус на проектирование

Для обеспечения правильной организации работ компания Gebr. Pfeiffer положила на свой многолетний опыт проектирования и строительства уникальных помольных установок. Проектирование установки, монтаж всех компонентов и, наконец, ввод в эксплуатацию должны были быть проведены без риска остановки выпуска продукции.

Краткий обзор выполнения проекта

- Спецификации и закупка компонентов установки.
- 3D-визуализация существующего завода для планирования вариантов интеграции новой мельницы.
- Проектирование, строительство и передача решения по проекту «под ключ».
- Планирование электроснабжения, системы управления и контроля.

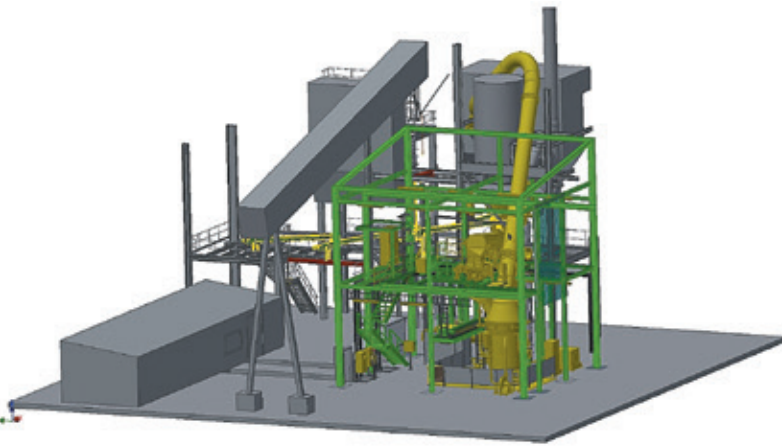
- Планирование и проектирование фундаментов и металлоконструкций.
- Структурный анализ различных участков производства.
- Подготовка документов для представления в официальные органы в соответствии с Федеральным законом Германии о защите окружающей среды от вредного воздействия (BImSchG).
- Реализация электроснабжения всей установки, включая проектирование, например электрических шкафов, приводов, освещения, управления технологическим процессом.

Как часто бывает с проектами на действующих заводах, пространство, доступное для размещения новой мельницы на заводе Хартерсхофен, было очень ограниченным. Более того, все остальные составляющие технологической цепочки существующей линии должны были продолжить работать после подключения новой мельницы. Это являлось дополнительным вызовом в работе.

Учитывая все вышеперечисленные условия, компания Gebr. Pfeiffer начала с обследования существующего завода. При этом использовались лазерные технологии измерения, позволяющие с точностью до миллиметра произвести замеры существующей технологии и оборудования с последующим созданием модели 3D CAD. С помощью данного метода стало возможным выполнить точный план новой помольно-сушильной установки с учетом всех интерфейсов для модели. Данная модель не только показывает новую вертикальную валковую мельницу типа MPS 160 В с ее компонентами – поворотной заглушкой, сепаратором и генератором горячего газа, но также всю систему воздухопроводов и соединений, необходимых для перевода на новое оборудование.

Новые компоненты технологической цепочки были установлены около старой мельницы, пока ее действующие агрегаты, такие как питающее и отсеивающее устройства, дозаторы, фильтр, вентилятор и силос, продолжали работать, так же как и старая мельница.

Решающий этап наступил, когда новая мельница, металлоконструкции, электрика и система управления были полностью смонтированы. Нужно было остановить старую мельницу, проложить все воздухопроводы, соединяющие новую мельницу с существующими частями технологической линии, укоротить силос установки в нижней части и оснастить систему весовым ленточным дозатором. Благодаря точной проектной подготовке новые соединения удалось выполнить за две недели, как и



Модель в 3D CAD для проекта переоснащения: новые металлоконструкции показаны зеленым цветом; новые части установки – желтым, существующее оборудование – серым цветом

предусматривалось, без значительной потери производительности и новая установка начала полностью работать всего через восемь месяцев.

Неприятный сюрприз во время закладки фундамента

При закладке фундамента новой мельницы обнаружилась неизвестная канализационная труба. Она проходила через фундамент, и для заказчика было очень дорого ее переносить. Необходимо было найти решение. И оно быстро нашлось: фундамент изменился под контролем инженера-прочниста и инспектора инженера-прочниста так, чтобы канализационная труба осталась на месте.

Двигаться вперед с проверенной технологией мельниц Gebr. Pfeiffer

Модернизация с новой вертикальной валковой мельницей MPS превратила установку помола и сушки гипса в современную систему, работающую еще более эффективно и надежно. Более того, модернизация была проведена при продолжающемся выпуске продукции без значительной потери производительности. Старая мельница надежно отработала 25 лет. Заказчик убежден, что его капитальные затраты на новую вертикальную мельницу MPS окупятся и мельница будет работать по крайней мере столько же времени, выдавая продукт с тониной помола $d_{50} = 0,018 - 0,025$ мм и поверхностной влажностью максимально 0,5%.

ГЕБР. ПФЕЙФЕР SE

67618 Kaiserslautern
Barbarossastraße 50-54 P.O. Box 3080
Phone: +7-49-631-4161-0
Fax: +7-49-631-4161-290
E-mail: info@gebr-pfeiffer.com
www.gebr-pfeiffer.com

Гебр. Пфайффер Россия

Ленинский проспект, 42, офис 13-32
119119, Москва
Российская Федерация
Тел: +7 (495) 938-70-64
alex.nickel@gebr-pfeiffer.com
svetlana.tarasova@gebr-pfeiffer.com

Н.Н. МОРОЗОВА, канд. техн. наук (ninamor@mail.ru), Г.В. КУЗНЕЦОВА, инженер (kuznetzowa.gal@yandex.ru), Н.В. МАЙСУРАДЗЕ, канд. техн. наук, Р.Р. АХТАРИЕВ, студент, Л.Р. АБДРАШИТОВА, студентка, Э.Р. НИЗАМУТДИНОВА, студентка

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

Исследование активности пуццоланового компонента и суперпластификатора для гипсоцементно-пуццоланового вяжущего белого цвета

Предложен путь подбора оптимального количества активной минеральной добавки (АМД) и суперпластификатора в составе ГЦПВ белого цвета для фасадных плиток. Исследован ряд промышленных и природных порошкообразных продуктов белого цвета (белая сажа, микрокремнезем Ковелос, вспученный перлитовый песок, маршалит и метакаолин) с использованием химического метода по поглощению СаО из раствора и в трехкомпонентной системе «гипс – цемент – АМД (добавка)». Наилучшую активность показали метакаолин и Ковелос, которые рекомендованы к применению. По полученным результатам из выбранного состава ГЦПВ белого цвета изготовлены плитки и образцы-балочки с различными суперпластификаторами (от ЛСТ до Melflux) для регулирования подвижности и сроков схватывания. Приведены результаты физико-механических испытаний образцов. Установлено, что разработанный состав ГЦПВ белого цвета в сочетании с гиперпластификатором STACHEMENT 2280 (FM) обеспечивают достаточно высокую прочность при начале схватывания 15–17 мин.

Ключевые слова: гипсоцементно-пуццолановое вяжущее, минеральная добавка, пуццолановая активность, гиперпластификатор, раствор извести.

Для цитирования: Морозова Н.Н., Кузнецова Г.В., Майсурадзе Н.В., Ахтариев Р.Р., Абдрашитова Л.Р., Низамутдинова Э.Р. Исследование активности пуццоланового компонента и суперпластификатора для гипсоцементно-пуццоланового вяжущего белого цвета // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 26–30. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-26-30>

N.N. MOROZOVA, Candidate of Sciences (Engineering) (ninamor@mail.ru), G.V. KUZNETSOVA, Engineer (kuznetzowa.gal@yandex.ru), N.V. MAYSURADZE, Candidate of Sciences (Engineering), R.R. AKHTARIEV, Student, L.R. ABDRASHITOVA, Student, E.R. NIZAMUTDINOVA, Student Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, Kazan, 420043, Russian Federation)

Research in the Activity of a Pozzolan Component and Superplasticizer for Gypsum Cement Pozzolan Binder of White Colour (GCPB)

The way of selecting the optimal quantity of an active mineral additive (AMA) and the superplasticizer in the composition of GCPB of white colour for facade tiles is proposed. A number of industrial and natural powdered products of white colour (white carbon, microsilica Kovelos, expanded perlite sand, marshallit, and metakaolin) with the use of the chemical method on the absorption of CaO from the solution in a three-component system "gypsum – cement – AMA (additive)" have been studied. The best activity was shown by metakaolin and "Kovelos", which were recommended for use. According to the obtained results, tiles and test beams with various superplasticizers (from LST to Melflux) for regulation of mobility and setting time were made from the selected composition of the white GCPB. The results of physical-mechanical tests of samples are presented. It was found that the developed composition of the white GCPB in combination with the superplasticizer STACHEMENT 2280 (FM) provide a sufficiently high strength at the beginning of setting during 15–17 min.

Keywords: gypsum cement pozzolan binder, mineral additive, pozzolan activity, superplasticizer, lime solution.

For citation: Morozova N.N., Kuznetsova G.V., Maysuradze N.V., Akhtariev R.R., Abdrashitova L.R., Nizamutdinova E.R. Research in the activity of a pozzolan component and superplasticizer for gypsum cement pozzolan binder of white colour (GCPB). *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 26–30. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-26-30> (In Russian).

Для получения гипсоцементно-пуццоланового вяжущего (ГЦПВ) белого цвета, которое впоследствии может быть использовано с целью получения фасадных изделий, достаточно узок круг активных минеральных добавок (АМД). Это обусловлено не только их цветом, но и пуццолановой активностью. Поэтому исследован и разработан оптимальный тип пуццоланового компонента ГЦПВ белого цвета на базе промышленно доступных продуктов.

Известно, что при твердении гипса с цементом формируется неустойчивый композит, способный разрушиться за достаточно короткое время (несколько месяцев). Использование гипсоцементно-пуццоланового вяжущего – один из наиболее эффективных способов повышения водостойкости изделий на основе гипса [1–3]. Новое поколение водостойких гипсовых вяжущих обладает, как показали исследования [5–7], сложным веществным составом и, как правило, содержит активные минеральные добавки (АМД).

В промышленности строительных материалов широко известны микрокремнезем, биокремнезем – минеральные порошки, содержащие кремнезем в аморфном состоянии $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Такие кремнеземистые вещества зачастую серого, темно-серого или светло-коричневого цвета. К числу кремнеземистых добавок белого цвета можно отнести белую сажу, микрокремнезем марки Ковелос, перлит, маршалит, метакаолин, которые были выбраны для исследования. Их характеристики приведены на рис. 1 и в табл. 1.

Из перечисленных материалов только метакаолин применяют для ГЦПВ, а остальные рекомендуются производителями для полимерных композитов или в пищевой промышленности.

Как видно из табл. 1, эти вещества имеют высокую удельную поверхность, кроме маршалита и вспученного перлита. Последний обладает хорошей размолом способностью. Другим отличительным показателем является насыпная плотность. По росту плотности их



Рис. 1. Внешний вид кремнеземистых порошкообразных материалов

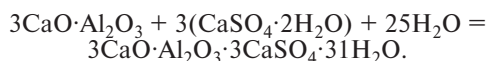
Таблица 1

Характеристики кремнеземистых материалов белого цвета

Наименование материала	НТД	Марка и производитель материала	Вид	Состав	Удельная поверхность, м ² /кг
Белая сажа	ТУ 2168-038-00204872-2012	БС-120, ООО «Башкирская содовая компания»	Порошок белого цвета	Массовая доля диоксида кремния 89 %	2200-2400
Ковелос	ТУ 2168-002-14344269-09	Ковелос 35/01Т, ООО «Экокремний»	Белый рыхлый порошок	Массовая доля диоксида кремния не менее 98 %	4000 (по паспорту)
Перлит (вспученный перлитовый песок)	ГОСТ 10832-2009	ВПМ М 75, ООО «Перлит»	Материал рассыпчатый белого цвета	Массовая доля SiO ₂ не менее 71,1%	Фракция от 0,16 до 1,25 мм
Маршалит	ГОСТ 9077-82	Марка А	Белый порошок	Массовая доля SiO ₂ до 98%	130-140
Метакраолин	ТУ 5729-001-65767184-2010	ВМК-45, ГК «Синерго»	Порошок белого цвета со светло-кремовым оттенком	Массовая доля SiO ₂ 56,9%, Al ₂ O ₃ 41,7%	2750-2770
	ТУ 5729-095-51460677-2009	МКЖЛ, ООО «Пласт-Рифей»	Порошок кремового оттенка	Массовая доля SiO ₂ 50,9%, Al ₂ O ₃ 47%	2500

можно выстроить в такой последовательности: вспученный перлитовый песок (60 кг/м³), Ковелос (65 кг/м³), белая сажа (240 кг/м³), метакраолин (420 кг/м³) и маршалит (1400 кг/м³). Если белая сажа и Ковелос – это синтетические вещества, представленные аморфным диоксидом кремния, то маршалит – природный материал, который при измельчении изменяет цвет до темного, почти черного.

Гидросульфат алюмината кальция (ГСАК) может образовываться в присутствии гипса из всех гидроалюминатов кальция, итоговый состав которых зависит от концентрации гидроксида кальция в жидкой фазе. При низком содержании Ca(OH)₂ в жидкой фазе образуется 2CaO·Al₂O₃·7H₂O, который частично переходит в раствор. Равновесная концентрация двухкальциевого гидроалюмината наступает при концентрации CaO, равной 0,256 кг/м³, и Al₂O₃ – 0,24 кг/м³, а согласно данным от П.П. Будникова и В.Н. Юнга – при концентрации CaO от 0,16 до 0,36 кг/м³ и Al₂O₃ от 0,005 до 0,109 кг/м³. При взаимодействии трехкальцевого гидроалюмината с гипсом ГСАК преимущественно образуется в жидкой фазе:



Если концентрация оксида кальция в жидкой фазе близка к равновесной, характерной для 4CaO·Al₂O₃·12H₂O или выше (CaO – 1,07–1,08 кг/м³ и более; Al₂O₃ – 0,03 кг/м³ и менее), то растворимый гипс и вода взаимодействуют почти исключительно с твердым четырехкальциевым гидроалюминатом по реакции:

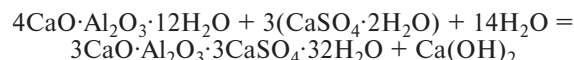


Рис. 2. Изменение цвета при помоле маршалита на пружинной мельнице: а – немолотый; б – молотый

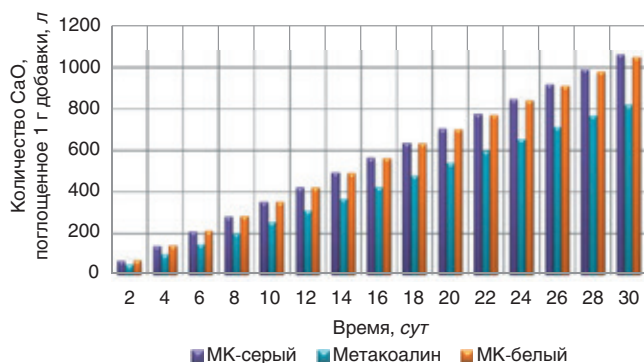


Рис. 3. Активность по поглощению СаО из насыщенного раствора извести минеральных добавок

Следовательно, снизив концентрацию оксида кальция в водном растворе ниже 1,07–1,08 кг/м³, возможно повысить растворимость глинозема и эттрингит начнет образовываться преимущественно в водной среде, а не на поверхности цементных зерен или частицах АМД. В этом случае он способствует не разрушению, а упрочнению сформированной структуры гипсоцементно-пуццоланового камня.

Пуццолановая активность определяется прямым и косвенным методами. Прямые методы основаны на измерении количества прореагировавшей извести, которое определяется химическими (тест Chapelle) и инструментальными методами: термогравиметрией, дифференциальным термическим анализом (DTA), рентгеноструктурным (XRD) и др. Косвенные методы основаны на измерении прочности в соответствии с временем реакции [8].

В работе выполнялась оценка активности минеральных добавок по прямому методу и двум методикам, суть которых состоит в определении концентрации окиси кальция титрованием 0,05N соляной кислоты в присутствии индикатора метилоранжа. Для этого в 100 мл насыщенного раствора извести вводится 2 г сухого порошка-добавки, прошедшего через сито № 008. Вторая методика состоит в подборе добавки трехкомпонентной системы «гипс + цемент + АМД (добавка)» [9], согласно которому концентрация оксида кальция в фильтрате на пятые сутки не превышает 1,1 кг/м³, а на седьмые сутки – не менее 0,85 кг/м³.

В работе [10] показано, что активность метакраолина в два раза превышает активность кремнегеля и трепела. Для установления влияния кремнеземистых добавок исследовали микрокремнезем марки Ковелос и МК-85, последний серого цвета. Микрокремнезем МК-85 взят в эксперимент для сравнения, поскольку известны высокие показатели композиционного гипсового вяжущего с его использованием [3]. Полученные результаты приведены на рис. 3. Также в этот график внесены показания активности по поглощению СаО из насыщенного раствора извести метакраолина марки ВМК-45.

Таблица 2

Составы приготовленных препаратов

Наименование материала	Количество материала, г					
	4	4	4	4	4	4
Гипс полуводный	4	4	4	4	4	4
Портландцемент белый	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Ковелос	0,06	0,13	0,19	0,63	1,25	1,88
Метакраолин ВМК-45	0,15	0,25	0,35	0,75	1,25	0,15
Маршалит	1,25	2,5	3,75	–	–	–

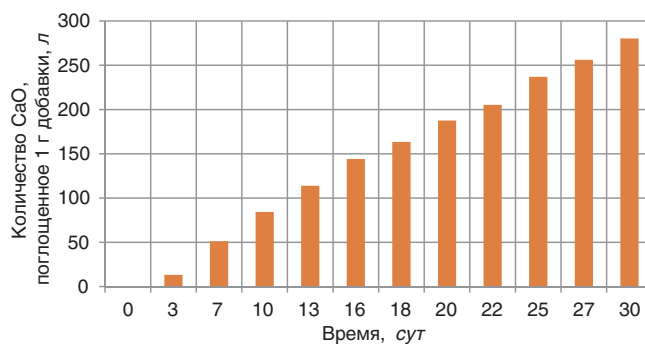


Рис. 4. Активность вспученного перлитового песка по поглощению СаО из насыщенного раствора извести

Из полученных результатов активности минеральных добавок по поглощению СаО из насыщенного раствора извести установлена высокая эффективность добавок микрокремнеземов, сравнение которых показывает их идентичность во всем диапазоне исследования. Метакраолин на 26–28% имеет активность меньше, чем микрокремнеземы.

Вспученный перлитовый песок удовлетворяет требованиям по цвету, но его активность оказалась значительно меньше кремнеземистых и алюмосиликатных минеральных добавок, исследованных в данной работе. Активность вспученного перлитового песка приведена на рис. 4.

Как видно из рис. 4, пуццолановая активность вспученного перлитового песка не превышает 300 г/л.

Активность по поглощению СаО из насыщенного водного раствора трехкомпонентной смеси для минеральных порошков маршалита, Ковелоса и метакраолина определялась по концентрации оксида кальция в фильтрате в специально приготовленных препаратах на пятые и седьмые сутки гидратации. Для определения активности добавки маршалита в трехкомпонентной системе (Г+Ц+МД) его количество принято стандартным (1,25; 2,5; 3,75 г) [8], дозировка в препаратах с метакраолином и Ковелосом уменьшена до 0,15 и 0,06 соответственно (табл. 2).

Результаты активности в трехкомпонентной смеси приведены в табл. 3.

За конечный результат принимаем максимальное количество добавки из точек пересечения в сторону округления до 0,5 г [8].

Как видно из рис. 5, в препаратах с добавкой Ковелос более 0,3 г резко снижается содержание СаО в растворе и его значение много меньше 0,85 кг/м³. Кривая содержания СаО в растворе на седьмые сутки твердения располагается выше кривой, показывающей содержание СаО на пятые сутки. Это аномальное положение кривых с наноразмерным кремнеземом, который, вероятно, реактивно связывает СаО в начальный момент твердения и блокируется к седьмым суткам. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости исследовать поглощение СаО в более ранние сроки твердения.

Таблица 3

Концентрация оксида кальция в фильтрате

Время испытания	Концентрация оксида кальция, кг/м ³ , при добавке маршалита, г		
	1,25	2,5	3,75
На 5-е сут твердения	1,24	1,18	1,17
На 7-е сут твердения	1,1	1,1	1,1

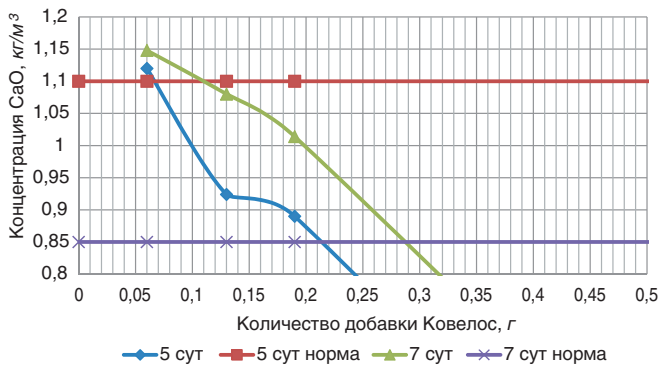


Рис. 5. График подбора количества добавки Ковелос для ГЦПВ белого цвета

Таким образом, по результатам выполненного исследования количество добавки Ковелос составило 0,12–0,28 г. Предположительно ее количество в смеси гипса с белым портландцементом должно составлять 10% от массы цемента. Но данное предположение требует дополнительных исследований.

Пуццолановая активность метакаолина, определенная по поглощению СаО из насыщенного раствора известки, на 27% меньше микрокремнезема марки Ковелос (рис. 3). Поэтому диапазон дозировок расширен по сравнению со стандартными. Результаты представлены на рис. 6.

На основании полученных данных активности по поглощению СаО (рис. 6) количество метакаолина марки ВМК-45 составило 0,3–0,35 г, и для состава ГЦПВ его можно рекомендовать 13% от количества цемента.

Маршалит оценивался при стандартном количестве в трехкомпонентной системе (Г+Ц+АМД) [8]. Результаты представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, маршалит обладает малой активностью, находясь в составе смеси Г+Ц+АМД, что доказывается его кристалличностью.

Изученные минеральные добавки перлитового песка и маршалита могут быть использованы в ГЦПВ белого цвета только как наполнители.

Далее были изготовлены плитки с размером 20×20×1 см и образцы-балочки 4×4×16 см из ГЦПВ белого цвета с различными суперпластификаторами – Melflux 2641F (МФ), Sika ViscoCrete 5 New и пластификатор ЛСТ (рис. 7). Добавка ЛСТ выбрана для повышения сохранности подвижности смеси, как это установлено на ГЦПВ из серых материалов [6].

Как видно на рис. 7, наибольшая прочность получена в образцах с добавкой поликарбоксилатного типа Melflux 2641F. Применение добавки Sika ViscoCrete 5New в большем количестве, чем Melflux 2641F, снизило прочность образцов до 35 МПа. Составы с использова-

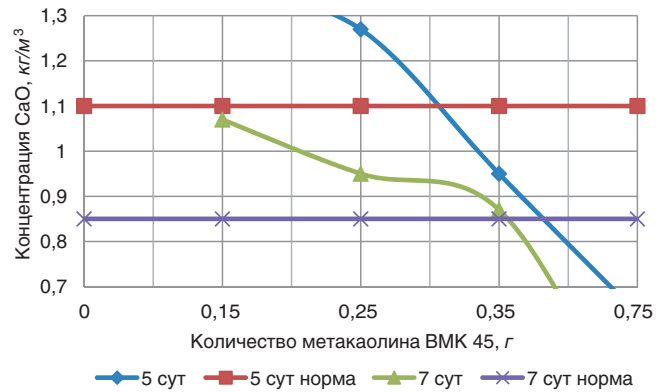


Рис. 6. График подбора количества добавки метакаолина для ГЦПВ

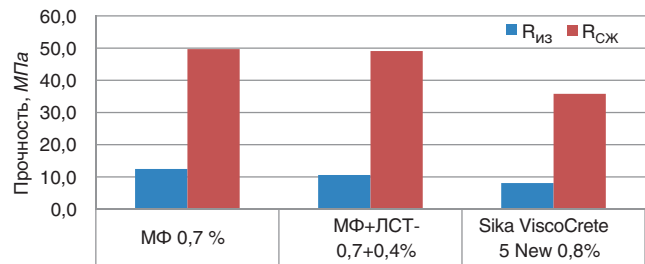


Рис. 7. Прочность образцов ГЦПВ на 7-е сут после сушки

нием ЛСТ придают желтоватый цвет ребрам плиток. Поэтому от применения добавки ЛСТ в ГЦПВ белого цвета было решено отказаться.

Поскольку все производители добавок поликарбоксилатного типа предоставляют общие сведения и не раскрывают особенностей их структуры, они были проанализированы экспериментальным путем. Необходимости эксперимента обусловлена отсутствием результатов их тестирования в смешанных вяжущих на гипсовой основе. Выбор добавки Melflux 5581F для смесей был обусловлен супермощным водоредуцированием цементных вяжущих.

Как видно из табл. 4, поликарбоксилатная добавка Melflux 5581F третьего поколения снижает водопотребность ГЦПВ смеси на 7% при увеличении ее дозировки на 14%. Данная добавка не ухудшает цвета поверхности контрольных образцов, что удовлетворяет требованиям по внешнему виду изделий. Добавка SuperPlasticizer DM-907 по пластифицирующей эффективности в ГЦПВ выше, чем Melflux 5581F, а также она способствует замедлению схватывания ГЦПВ-смеси и улучшает ее технологичность.

Поликарбоксилатная добавка STACHEMENT 2280 (FM) характеризуется хорошим водоредуцирующим эффек-

Таблица 4

Влияние вида и содержания суперпластификаторов на свойства ГЦПВ белого цвета

Марка добавки	Количество добавки, мас. %	В/Т	Начало схватывания, мин	Плотность, кг/м ³	R _{сж} , МПа
Melflux 5581 F	0,7	0,29	5	1360	39,3
Melflux 5581 F	0,8	0,27	7	1340	49,4
SuperPlasticizer DM-907	0,7	0,27	15–17	1655	40,1
STACHEMENT 2280	1	0,26	5–6	1380	46,7
STACHEMENT 2280	1,2	0,25	8	1450	55,6
STACHEMENT 2280	1,4	0,24	12	1375	50,8

том и замедлением схватывания в цементных системах. При дозировках, рекомендованных производителем, а также при повышении расхода до 1,4% от массы вяжущего, замедляется твердение ГЦПВ до 12 мин и снижается водопотребность смеси до В/Т, равной 0,24, что практически сравнимо с цементными вяжущими. Но такое технологическое достижение приводит к снижению прочности, поэтому допустимой дозировкой добавки STACHEMENT 2280(FM) в ГЦПВ может быть около 1,2%. При такой дозировке начало схватывания происходит через 8 мин, не наблюдается изменения цвета поверхности и ребер контрольных образцов и достигается достаточно высокая прочность 50 МПа.

На основании полученных результатов можно сделать выводы:

- количество добавки марки Ковелос в смеси гипса с белым портландцементом можно рекомендовать 10 % от массы цемента;
- количество метакеолина месторождения Журавлиный Лог для ГЦПВ рекомендуется 24% от массы цемента;

Список литературы

1. Коровяков В.Ф. Перспективы производства и применения в строительстве водостойких гипсовых вяжущих и изделий // *Строительные материалы*. 2008. № 3. С. 65–68.
2. Потапова Е.Н., Исаева И.В. Повышение водостойкости гипсового вяжущего // *Строительные материалы*. 2012. № 7. С. 20–24.
3. Хозин В.Г., Морозова Н.Н., Сагдатуллин Д.Г. Высокопрочное композиционное гипсовое вяжущее для конструкционных бетонов. 2. *Weimar Gypsum Conference*. Weimar. 2014. P. 225–322.
4. Халиуллин М.И., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. Композиционное гипсовое вяжущее на основе местного сырья. *Актуальные вопросы строительства. Вторые Соломатовские чтения: Материалы Всероссийской научно-технической конференции*. Саранск. 2003. С. 156–157.
5. Сагдатуллин Д.Г., Морозова Н.Н., Хозин В.Г. Реологические характеристики водных суспензий композиционного гипсового вяжущего и его компонентов // *Известия КГАСУ*. 2009. № 2. С. 263–268.
6. Халиуллин М.И., Гайфуллин А.Р. Водостойкие бесклинкерные композиционные гипсовые вяжущие с добавками промышленных отходов // *Известия КГАСУ*. 2011. № 3 (17). С. 157–166.
7. Платова Р.А., Аргынбаев Т.М., Стафеева З.В. Влияние дисперсности каолина месторождения Журнавлиный Лог на пуццолановую активность метакеолина // *Строительные материалы*. 2012. № 2. С. 75–79.
8. Ферронская А.В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). М.: АСВ, 2004. 488 с.
9. Манушина А.С., Ахметжанов А.М., Потапова Е.Н. Влияние добавок на свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего // *Успехи в химии и химической технологии*. 2015. Том XXIX. № 7. С. 59–61.

- количество метакеолина марки ВМК-45 для ГЦПВ оптимально может составлять 13% от массы белого портландцемента;
- вспученный перлитовый песок удовлетворяет требованиям по цвету, но имеет низкую активность по поглощению СаО в сравнении с другими исследованными минеральными добавками;
- введение добавки ЛСТ к суперпластификатору Melflux 2641F не изменяет прочность при сжатии, но снижает прочность при изгибе;
- высокоэффективная добавка Melflux 5581F, очень эффективная для цементных систем, оказалась малоэффективной для смешанных вяжущих;
- применение добавки Sika ViscoCrete 5New в большем количестве, чем Melflux 2641F, приводит к потере прочности;
- состав с использованием ЛСТ придает желтоватый цвет, что наиболее сильно выражается на ребрах и гранях формованных изделий;
- разработанный состав для ГЦПВ белого цвета характеризуется началом схватывания не ранее 8 мин и прочностью не менее 50МПа.

References

1. Korovyakov V.F. The prospects of production and application in construction waterproof plaster knitting and products. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2008. No. 3, pp. 65–68. (In Russian).
2. Potapova E.N., Isayeva I.V. Improvement of Water Resistance of Gypsum Binder. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 7, pp. 20–24. (In Russian).
3. Khozin V.G., Morozova N.N., Sagdatullin D.G. High-strength composite plaster knitting for constructional concrete. 2. *Weimar Gypsum Conference*. Weimar. 2014, pp. 225–322.
4. Khaliullin M.I., Altykis M.G., Rakhimov R.Z. Composite plaster knitting on the basis of local raw materials. *Topical issues of construction. Second Solomatovsky readings. Materials of the All-Russian scientific and technical conference*. Saransk. 2003, pp. 156–157. (In Russian).
5. Sagdatullin D.G., Morozova N.N., Khozin V.G. Rheological characteristics of water suspensions composite plaster knitting and his components. *Izvestiya KGASU*. 2009. No. 2, pp. 263–268. (In Russian).
6. Khaliullin M.I., Gayfullin A.R. Waterproof besklinkerny composite plaster knitting with additives of industrial wastes. *Izvestiya KGASU*. 2011. No. 3, pp. 157–166. (In Russian).
7. Platova R.A., Argynbaev T.M., Stafeeva Z.V. Influence of Dispersion of Kaolin from Zhuravliny Log Deposit on Pozzolan Activity of Metakaolin. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 2, pp. 75–79. (In Russian).
8. Ferronskaya A.V. Gipsovyye materialy i izdeliya (proizvodstvo i primeneniye) [Plaster materials and products (production and application)]. Moscow: ASV. 2004. 488 p.
9. Manushina A.S., Akhmetzhanov A.M., Potapova E.N. Influence of additives on properties of gypsum cement pozzolanic binder. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*. 2015. Vol. XXIX. No. 7, pp. 59–61. (In Russian).

Ю.А. ГОНЧАРОВ¹, инженер, председатель совета директоров,
Г.Г. ДУБРОВИНА¹, инженер, технический советник (dubrovina_gg@mail.ru);
С.Д. ШНЫПКО², инженер (stak@tisi.by)

¹ ОАО «БЕЛГИПС» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 24)

² ЗАО «Технический институт сертификации и испытаний» (220014, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Минина, 15)

Обеспечение требуемых акустических условий в помещениях за счет применения гипсовых пазогребневых плит

Повышенный шум является вредным физическим фактором окружающей среды, воздействие которого на людей при определенных условиях может привести к заболеванию или стойкому снижению работоспособности. В качестве числового значения шума в целях определения степени раздражения в отношении общественных масс был выбран индекс уровня оценки L_r . Уровень оценки определен в стандарте ИСО 1996-2. Этот параметр представляет собой величину воздействия шума, откорректированную с учетом известных факторов, увеличивающих степень раздражения. Основным параметром является A – взвешенный эквивалент уровня непрерывного звукового давления. Основными строительно-акустическими мерами защиты от шума являются звукоизоляция, звукопоглощение и экранирование шума. В конкретных случаях эти методы могут быть реализованы с помощью гипсовых пазогребневых плит. ЗАО «Технический институт сертификации и испытаний» (Минск) совместно с ОАО «БЕЛГИПС» провели исследования звукоизолирующей способности однослойных и двухслойных перегородок различных конструкций из гипсовых пазогребневых плит с облицовкой гипсокартонными листами влагостойкими (ГКЛВ) и без облицовки. Увеличение звукоизолирующих свойств перегородки достигается за счет: правильного архитектурно-планировочного решения; увеличения плотности и соответственно массы гипсовой плиты; увеличения внутренних потерь в двойной перегородке. При этом звукоизолирующую способность двухслойных перегородок различных конструкций из пазогребневых гипсовых плит следует определять только инструментальным путем.

Ключевые слова: пазогребневые плиты, шум, звукоизоляция, акустика, гипсокартонные листы.

Для цитирования: Гончаров Ю.А., Дубровина Г.Г., Шныпко С.Д. Обеспечение требуемых акустических условий в помещениях за счет применения гипсовых пазогребневых плит // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 31–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-31-35>

Yu.A. GONCHAROV¹, Engineer, Chairman of the Board of Directors, G.G. DUBROVINA¹, Engineer, Technical Adviser (dubrovina_gg@mail.ru);
S.D. SHYPKO², Engineer (stak@tisi.by)

¹ OJSC “BELGIPS” (24, Kozlov Street, Minsk, 220037, Republic of Belarus)

² “Technical Institute of Certification and Testing” Close Corporation (15, Minina Street, Minsk, 220014, Republic of Belarus)

Provision of Required Acoustic Condition in Premises due to the Use of Gypsum Tongue-and-Groove Slabs

Increased noise is a harmful physical factor of the environment, the impact of which on people under certain conditions can lead to disease or persistent decline in working ability. The L_r level index was chosen as the numerical value of noise in order to determine the degree of irritation as regard to the public masses. The level of evaluation is defined in ISO 1996-2. This parameter is the value of noise exposure, adjusted with due regard for known factors that increase the degree of irritation. The main parameter is the A – weighted equivalent of the level of continuous sound pressure. The main construction and acoustic protection measures against noise are sound insulation, sound absorption and noise screening. In specific cases, these methods can be implemented using gypsum tongue-and-groove slabs. “Technical Institute of Certification and Testing” Close Corporation (Minsk) together with OJSC “BELGIPS” has conducted the studies of sound-insulating ability of single- and double-layer partitions of different designs from gypsum tongue-and-groove slabs faced with moisture-resistant gypsum plasterboard sheets (MRGPS) and without facing. Increasing the sound insulation properties of the partition is achieved due to the correct architectural and planning solutions, increasing the density and weight of the gypsum board respectively, increasing internal losses in the double partition. In this case, the sound insulating ability of double-layer partitions of different designs from gypsum tongue-and-groove slabs should be determined only by instrumental way.

Keywords: tongue-and-groove slabs, sound insulation, acoustics, gypsum plaster boards.

For citation: Goncharov Yu.A., Dubrovina G.G., Shypko S.D. Provision of required acoustic condition in premises due to the use of gypsum tongue-and-groove slabs. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 31–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-31-35> (In Russian).

Проблема акустического загрязнения окружающей среды стоит наряду с такими глобальными проблемами современной экологии, как озоновый слой, радиоактивные отходы, парниковый эффект. Повышенный шум влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывает раздражение, утомление, агрессивность. Повышенный шум является вредным физическим фактором окружающей среды, воздействие которого на людей при определенных условиях может привести к заболеванию или стойкому снижению работоспособности [1, 2, 3].

Не во власти строителей обеспечить города бесшумным транспортом, но проектировать новые и реконструировать старые здания, в которых можно ощущать себя акустически комфортно, — обязанность строителей.

В связи с большой численностью людей, постоянно подвергающихся воздействию шума, их реакции было присвоено усредненное значение. В качестве числового значения шума в целях определения степени раздражения в отношении общественных масс был выбран индекс уровня оценки L_r . Уровень оценки определен в стандарте ИСО 1996–2 [4, 5]. Этот параметр представляет собой величину воздействия шума, откорректированную с учетом известных факторов, увеличивающих степень раздражения. Основным параметром является A – взвешенный эквивалент уровня непрерывного звукового давления (L_{Aeq}). (Буклет компании «Брюль и Кьер», Отделение виброакустических измерений. 2000).

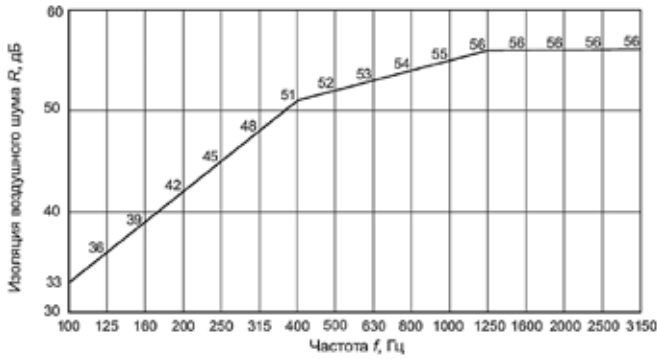


Рис. 1. Оценочная кривая изоляции воздушного шума

Формула для расчета уровня оценки:

$$L_r = L_{Aeq} + K_I + K_T + K_R + K_S,$$

где K_I – поправка на импульсы; K_T – поправка на тоновое и информационное содержание; K_R – поправка на дневное время; K_S – поправка (положительная или отрицательная) для некоторых источников и ситуаций.

Согласно международному стандарту ИСО 1996–2 уровень оценок определяется в зависимости от интервалов времени, связанных с характеристиками источника/источников и приемника/приемников.

Размеры поправок и способы измерения в каждой стране различны, тем не менее существуют основные принципы их определения.

Основными строительно-акустическими мерами защиты от шума являются звукоизоляция, звукопоглощение и экранирование шума. В конкретных случаях эти методы могут быть реализованы с помощью гипсовых пазогребневых плит [6, 7, 8, 9].

Причиной шума в зданиях являются внутренние (инженерное и санитарно-техническое оборудование, громкая музыка и др.) и внешние источники (транспорт, шум промышленных предприятий и др.).

Гипсовые пазогребневые плиты могут решать вопросы звукоизоляции всех видов шумов: воздушного (звуковые колебания, распространяются в воздухе), ударного (звуковые колебания, возникают при механическом воздействии на пол или перекрытие) и структурного (звуковые колебания, распространяются в материале конструкции). Передача воздушного звука через ограждающие конструкции происходит:

- непосредственно через поры и неплотности в сопряжениях различных ограждений;
- через колебания, возникающие в перегородках, стеклах и др. под воздействием звуковых волн;



Рис. 2. Лабораторные измерения звукоизоляции



Таблица 1

Наименование и расположение конструкции, категории по условию проживания и работы	Индекс изоляции воздушного шума $R_{w\text{ норм}}$, дБ
Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартиры и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями: – категория А – категория Б – категория В	54 52 50

Таблица 2

Понимаемость речи	Требуемая звукоизоляция, дБ, при фоновом шуме 30 дБА
Неслышима	57
Слышима, но непонимаема	47
Частично понимаема	42
Хорошо понимаема	32

– косвенным путем через обходные пути, т. е. наиболее слабые в звуковом отношении участки ограждений строительных конструкций.

В 1990-е гг. акустические гипсовые плиты, ранее выпускаемые ОАО «БЕЛГИПС», улучшили звучание и составили идеальный баланс ревербераций концертного зала Национального академического концертного оркестра Беларуси под управлением М. Финберга. Гипсовые плиты обеспечили звукоотражение и звукопоглощение в необходимом соотношении.

Нормативные требования по звукоизоляции ограждающих конструкций в Республике Беларусь только приблизились к европейским нормам.

Нормируемыми показателями звукоизоляции являются [10, 11]:

- индекс изоляции воздушного шума конструкции R_w , дБ;
- индекс приведенного уровня ударного шума L_{nw} , дБ (для перекрытий);
- звукоизоляция наружных ограждающих конструкций (в том числе окон, остеклений) $R_{A\text{ тран}}$, дБА.

Индекс изоляции воздушного шума конструкции R_w определяют методом сравнения рассчитанной или измеренной частотной характеристики изоляции воздушного шума с оценочной кривой (рис. 1) по формуле:

$$R_w = 52 + \Delta, \text{ дБ},$$

где 52 — ордината оценочной кривой на частоте 500 Гц, дБ; Δ — величина, на которую смещена оценочная кривая, дБ.



Рис. 3. Месторасположение испытуемого образца, источника звука, точек измерения

В соответствии с ТКП 45-2.04-154–2009 [10] заданием на проектирование устанавливается категория здания по шуму в зависимости от условий проживания и работы. Категория А – высококомфортные условия, категория Б – комфортные условия, категория В – предельнодопустимые условия.

Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума R_w норм для межквартирных стен и перегородок жилых зданий согласно таблице 9.2 ТКП 45-2.04-154–2009 приведены в табл. 1.

Субъективная оценка понимания речи при уровне фонового шума 30 дБА и при различной звукоизоляции перегородок представлена в табл. 2.

Анализируя данные табл. 1 и 2, можно сделать вывод, что к идеальному показателю звукоизоляции межквартирной перегородки в 57 дБ следует стремиться при проектировании и строительстве жилых домов.

ЗАО «Технический институт сертификации и испытаний» (Минск) совместно с ОАО «БЕЛГИПС» в своей лаборатории акустики и вибрации провел исследования звукоизолирующей способности [4, 9, 11] однослойных [8] и двухслойных перегородок различных конструкций из гипсовых пазогребневых плит с облицовкой гипсокартонными листами влагостойкими (ГКЛВ) и без облицовки (рис. 2).

Исследования проводились в реверберационных камерах со скошенными потолками и стенами, смежных по горизонтали – камере низкого уровня (КНУ) и камере высокого уровня (КВУ) объемом 79 и 66 м³ соответственно [4]. Площадь испытуемого образца перегородки составляла 9 м². Схема установки фрагмента перегородки, место установки источника звука и микрофонов при исследованиях звукоизоляции представлены на рис. 3.

Исследовались однослойные перегородки из гипсовых пазогребневых плит размерами 667×500×80 мм, плотностью 1200 кг/м³, собранные в трех вариантах:

- с гипсовой шпаклевкой;
- облицованные влагостойкими гипсокартонными листами (ГКЛВ) толщиной 12,5 мм с одной стороны перегородки, прикрепленные с помощью клея;
- облицованные влагостойкими гипсокартонными листами (ГКЛВ) толщиной 12,5 мм с двух сторон перегородки, прикрепленные с помощью клея.

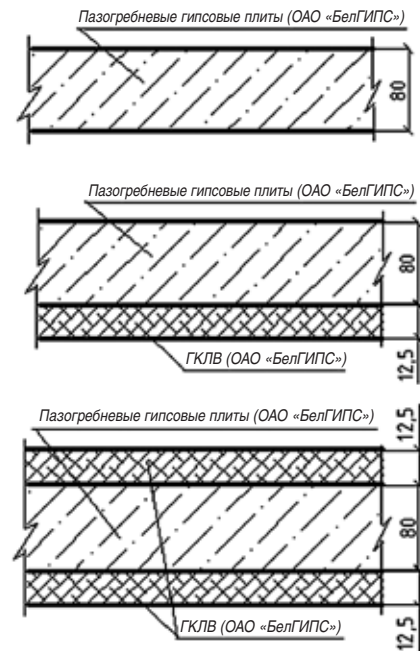


Рис. 4. Конструкции испытуемых однослойных перегородок

Конструкции перегородок представлены на рис. 4.

Измеренные частотные характеристики изоляции воздушного шума однослойных перегородок представлены на рис. 5.

По результатам исследований установлено, что наибольшее увеличение звукоизолирующей способности однослойных перегородки толщиной 80 мм из гипсовых пазогребневых плит размерами 667×500×80 мм, плотностью 1200 кг/м³ происходит при облицовке перегородки ГКЛВ с двух сторон.

Согласно [10] по показателю звукоизоляции однослойные перегородки из гипсовых пазогребневых плит плотностью 1200 кг/м³ с одной стороны ($R_w = 44$ дБ) или двухсторонней ($R_w = 46$ дБ) облицовкой ГКЛВ толщиной 12,5 мм могут применяться как:

- межкомнатные перегородки в жилых домах;
- перегородки между рабочими комнатами в зданиях для научно-исследовательских, проектных и общественных организаций, административные и бытовые здания промышленных предприятий.

Однослойные перегородки с двухсторонней облицовкой ГКЛВ ($R_w = 46$ дБ) также могут применяться как перегородки между рабочими комнатами административных зданий, офисов категории Б – предельно допустимые условия для работы и категории В – комфортные условия для работы.

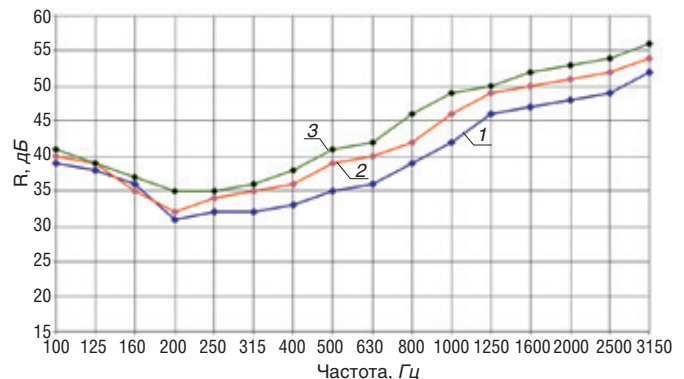


Рис. 5. Частотные характеристики изоляции воздушного шума перегородкой: 1 – из пазогребневых гипсовых плит (1200 кг/м³); 2 – из пазогребневых гипсовых плит (1200 кг/м³) с облицовкой одним слоем ГКЛВ, $R_w=44$ дБ; 3 – из пазогребневых гипсовых плит (1200 кг/м³) с облицовкой ГКЛВ с двух сторон, $R_w=46$ дБ

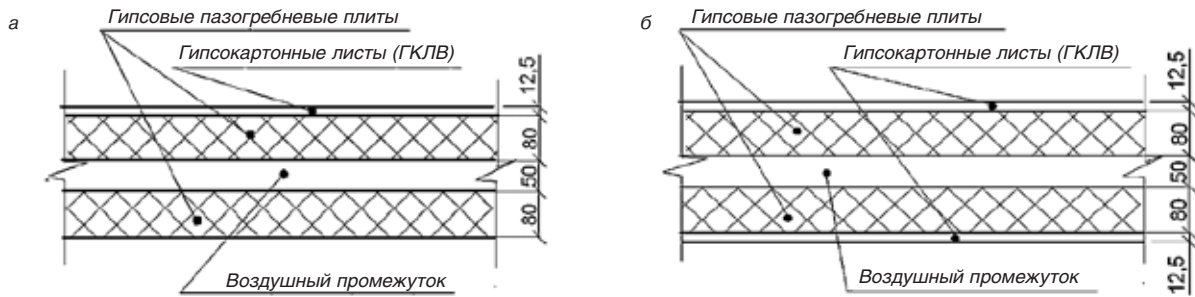


Рис. 6. Конструкции испытываемых двухслойных перегородок: а – из гипсовых пазогребневых плит размером 667×500×80 мм плотностью 1200 кг/м³ с воздушным промежутком 50 мм между слоями и облицовкой ГКЛВ толщиной 12,5 мм с одной стороны, прикрепленных с помощью клея; б – из гипсовых пазогребневых плит размером 667×500×80 мм, плотностью 1200 кг/м³ с воздушным промежутком 50 мм между слоями и облицовкой ГКЛВ толщиной 12,5 мм с двух сторон перегородки, прикрепленных с помощью клея

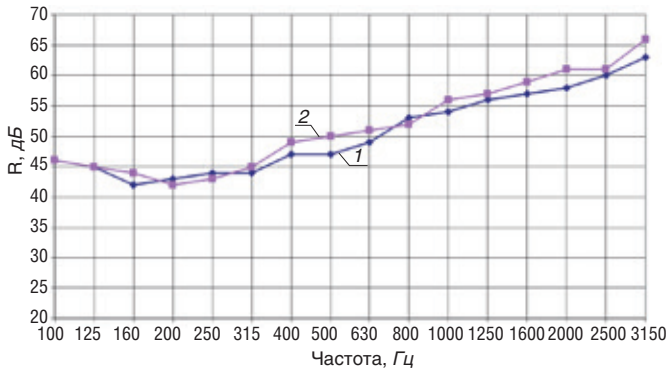


Рис. 7. Частотные характеристики изоляции воздушного шума двухслойной перегородкой: 1 – из пазогребневых гипсовых плит с одним слоем ГКЛВ, $R_w=53$ дБ; 2 – из пазогребневых гипсовых плит с облицовкой ГКЛВ с двух сторон, $R_w=54$ дБ

При проектировании возможно регулирование показателя звукоизоляции, которая достигается применением другой конструкции перегородки из гипсовой пазогребневой плиты. Примером звукоизолирующей перегородки служит двухслойная конструкция из гипсовых пазогребневых плит. Конструкции двухслойных перегородок представлены на рис. 6.

– перегородка и перегородка.

Измеренные частотные характеристики изоляции воздушного шума двухслойных перегородок представлены на рис. 7.

Звукоизолирующая способность двухслойной перегородки из гипсовых пазогребневых плит размерами 667×500×80 мм плотностью 1200 кг/м³ с воздушным промежутком между слоями 50 мм и облицовкой ГКЛВ толщиной 12,5 мм с одной стороны перегородки составила 53 дБ, при облицовке ГКЛВ с двух сторон – 54 дБ.

Согласно таблице 9.2 [10] по показателю звукоизоляции двухслойные перегородки с воздушным промежутком 50 мм из гипсовых пазогребневых плит плотностью 1200 кг/м³ с односторонней ($R_w = 53$ дБ) или двухсторонней ($R_w = 54$ дБ) облицовкой ГКЛВ толщиной 12,5 мм могут применяться как:

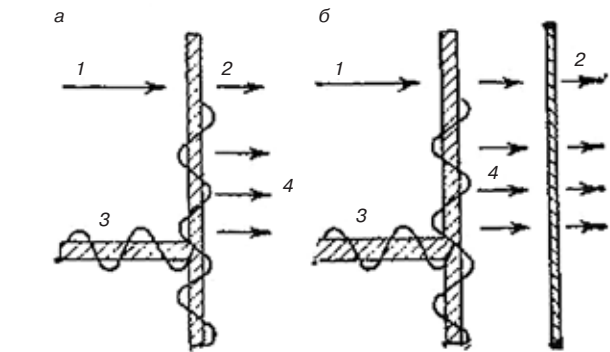


Рис. 8. Акустический эффект однослойной (а) и двухслойной (б) перегородок: 1 – падающий на изолирующую конструкцию воздушный звук; 2 – звук, прошедший в изолируемое помещение; 3 – звуковая вибрация; 4 – воздушный звук, порождаемый звуковой вибрацией

- межквартирные перегородки в жилых домах;
- перегородки между номерами гостиницы;
- перегородки между рабочими комнатами административных зданий, офисов;
- перегородки между рабочими комнатами в зданиях для научно-исследовательских, проектных и общественных организаций, административные и бытовые здания промышленных предприятий;
- перегородки между палатами и кабинетами в зданиях здравоохранения;
- перегородки между классами в зданиях для образования;
- перегородки между групповыми комнатами, спальнями в детских дошкольных учреждениях.

Акустический эффект одинарной (а) и двойной (б) перегородки представлен на рис. 8 [8].

Увеличение звукоизолирующих свойств перегородки достигается за счет:

- правильного архитектурно-планировочного решения;
- увеличения плотности и соответственно массы гипсовой плиты;
- увеличения внутренних потерь в двойной перегородке.

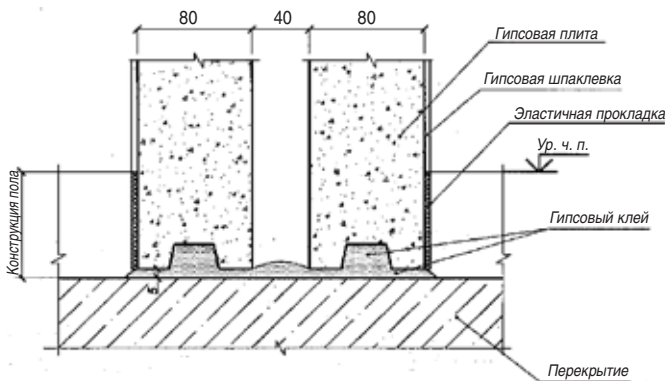


Рис. 9. Конструктивное решение двухслойной перегородки

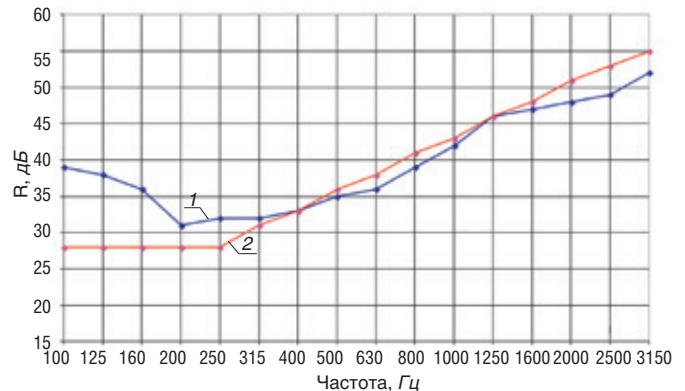


Рис. 10. Частотные характеристики изоляции воздушного шума однослойной перегородкой: 1 – измеренная; 2 – рассчитанная

Регулирование звукоизоляции перегородки из гипсовой пазогребневой плиты возможно как за счет изменения размеров воздушного промежутка, так и использования минераловатных плит с высокими акустическими свойствами в воздушном промежутке и способов опирания перегородки. Введение эластичной прокладки (рис. 9) позволяет уплотнить стыки, снизить проникновение звука через стыки с конструкциями, поглотить вибрацию.

Перегородки из гипсовых плит, не имеющие жестких связей, эффективны не только в отношении шума, проходящего через саму перегородку, но и шума, передающегося от боковых перегородок и перекрытия [8].

На рис. 10 представлены измеренные в лабораторных условиях и рассчитанные в соответствии с методикой ТКП 45-2.04-127–2009 [9] частотные характеристики изоляции воздушного шума однослойной перегородки из гипсовых пазогребневых плит размерами 667×500×80 мм плотностью 1200 кг/м³ с гипсовой шпаклевкой.

Список литературы

1. Контроль физических факторов окружающей среды, опасных для человека / Под ред. В.Н. Крутикова, Ю.И. Брегадзе, А.Б. Круглова М.: Издательство стандартов, 2003. 516 с.
2. ГОСТ 12.1.003–83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. М.: Издательство стандартов, 2002. 12 с.
3. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2012. 12 с.
4. СТБ EN ISO 10140-2–2013 Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции строительных конструкций и изделий. Ч. 2. Измерение изоляции воздушного шума. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2013. 18 с.
5. СТБ EN ISO 10140-4–2013 Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции строительных конструкций и изделий. Ч. 4. Методы измерений и требования. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2013. 15 с.
6. Бурьянов А.Ф. Эффективные гипсовые материалы для устройства межкомнатных перегородок // *Строительные материалы*. 2008. №. 8. С. 30–32.
7. Гончаров Ю.А., Дубровина Г.Г., Губская А.Г., Бурьянов А.Ф. Гипсовые материалы и изделия нового поколения: оценка энергоэффективности. Минск: Коловрат, 2016. 333 с.
8. Gips –Wandbauplatten. Grundlagen für der Massiven Trockenbau. Stadtoldendorf: VG-ORTH GmbH & Co. KG, 2011. 184 s.
9. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия Б 1.031.9-2.09.1–17 Перегородки из гипсовых плит для жилых и общественных зданий. Вып. 1. Рабочие чертежи, монтажные узлы. Минск: ОАО «БЕЛГИПС», 2017. 60 с.
10. ТКП 45-2.04-127–2009 Технический кодекс установившейся практики Республики Беларусь. Конструкции зданий и сооружений. Правила проектирования звукоизоляции и звукопоглощения. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2009. 78 с.
11. ТКП 45-2.04-154–2009 Технический кодекс установившейся практики Республики Беларусь. Защита от шума. Строительные нормы проектирования. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. 39 с.

Рассчитанные значения звукоизоляции перегородки значительно ниже измеренных значений в области низких частот 100–315 Гц. В остальном нормативном частотном диапазоне рассчитанные значения звукоизоляции перегородки выше измеренных значений в лабораторных условиях. Показатель звукоизоляции перегородки $R_{w\text{изм}} = R_{w\text{расч}} = 41$ дБ.

Отсюда следует, что при проектировании однослойных перегородок из пазогребневых гипсовых плит различной толщины возможно предварительно рассчитать показатель звукоизоляции перегородки в соответствии с [9] для сравнения с необходимым (нормативным) показателем. Частотную характеристику звукоизолирующей способности перегородки следует определять инструментальным путем.

Звукоизолирующую способность двухслойных перегородок различных конструкций из пазогребневых гипсовых плит следует определять только инструментальным путем.

References

1. Kontrol' fizicheskikh faktorov okruzhayushchei sredy, opasnykh dlya cheloveka. Pod. red. Krutikova V.N., Bregadze Yu.I., Kruglova A.B. [Control of the physical factors of the environment dangerous to the person. Edited by Krutikov V.N., Bregadze Yu.I., Kruglov A.B.]. Moscow: Izdatel'stvo standartov. 2003. 516 p.
2. GOST 12.1.003–83 Occupational safety standards system. Noise. General safety requirements. Moscow: Izdatel'stvo standartov. 2002. 12 p.
3. Sanitarnye normy, pravila i gigienicheskie normativy Noise in workplaces, in vehicles, in rooms of residential, public buildings and in the territory of the housing estate. Minsk: Ministerstvo zdavoohraneniya Respubliki Belarus. 2012. 12 p.
4. STB EN ISO 10140-2-2013 Acoustics. Laboratory measurements of sound insulation of building constructions and products. Part 2. Measurement of isolation of air noise. Minsk: Ministerstvo arkhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'. 2013. 18 p.
5. STB EN ISO 10140-4-2013 Acoustics. Laboratory measurements of sound insulation of building constructions and products. Part. 4. Methods of measurements and requirement. Minsk: Ministerstvo arkhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'. 2013. 15 p.
6. Bur'yanov A.F. Effective plaster materials for the device of interroom partitions. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2008. No. 8, pp. 30–32. (In Russian).
7. Goncharov Yu.A., Dubrovina G.G., Gubskaya A.G., Bur'yanov A.F. Gipsovye materialy i izdeliya novogo pokoleniya: otsenka energoeffektivnosti [Plaster materials and products of new generation: energy efficiency assessment]. Minsk: Kolovrat. 2016. 333 p.
8. Gips –Wandbauplatten. Grundlagen für der Massiven Trockenbau. Stadtoldendorf: VG-ORTH GmbH & Co. KG, 2011. 184 s. (In Germany).
9. Standard building constructions, products and knots. Series B 1.031.9-2.09.1–17. Partitions from plaster plates for residential and public buildings. Iss. 1. Working drawings, assembly knots. Minsk: ОАО «Belgips». 2017. 60 p. (In Russian).
10. ТКП 45-2.04-127-2009 The technical code of the established practice of Republic of Belarus. Structures of buildings and constructions. Rules of design of sound insulation and sound absorption. Minsk: Ministerstvo arkhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'. 2009. 78 p.
11. ТКП 45-2.04-154-2009 The technical code of the established practice of Republic of Belarus. Protection against noise. Construction norms of design. Minsk: Ministerstvo arkhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus'. 2010. 39 p.

Б.Г. БУЛАТОВ¹; инженер (bfd82@mail.ru); Р.И. ШИГАПОВ², инженер (ufagips@mail.ru);
М.А. ИВЛЕВ³, канд. техн. наук (m_ivlev@mail.ru), И.В. НЕДОСЕКО³, д-р техн. наук (nedoseko1964@mail.ru)

¹ Башкирский государственный аграрный университет (450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34)

² ООО «Уфимская гипсовая компания» (450069, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Производственная, 8)

³ Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1)

Каркасно-монолитная технология строительства малоэтажных зданий из пеногипса и стальных тонкостенных конструкций

Описана конструкция каркасно-монолитных зданий на основе легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) с заполнением внутреннего пространства стен и перекрытий монолитным пеногипсом. Малоэтажные каркасные здания на основе ЛСТК получили широкое распространение за рубежом и в настоящее время представляют собой перспективное направление для жилищного строительства в России. Применение ЛСТК совместно с монолитным пеногипсом в малоэтажном каркасном строительстве позволит снизить материалоемкость и повысить огнестойкость зданий. Представлены основные преимущества пеногипса в сравнении с другими теплоизоляционными материалами. Использование монолитного пеногипса, как показывает расчет, позволяет увеличить более чем в три раза расстояние между стойками каркаса и соответственно почти во столько же уменьшить расход стали. Приведены результаты испытаний несущей способности и деформативности экспериментальной конструкции каркасно-монолитного перекрытия на основе ЛСТК и пеногипса.

Ключевые слова: легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), каркасное здание, монолитный пеногипс, утеплитель, малоэтажное строительство, несущая способность, деформативность, теплопроводность.

Для цитирования: Булатов Б.Г., Шигапов Р.И., Ивлев М.А., Недосеко И.В. Каркасно-монолитная технология строительства малоэтажных зданий из пеногипса и стальных тонкостенных конструкций // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 36–39. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-36-39>

B.G. BULATOV¹, Engineer (bfd82@mail.ru); R.I. SHIGAPOV², Engineer (ufagips@mail.ru); M.A. IVLEV³, Candidate of Sciences (Engineering) (m_ivlev@mail.ru), I.V. NEDOSEKO³, Doctor of Sciences (Engineering) (nedoseko1964@mail.ru)

¹ Bashkir State Agrarian University (34, 50-letiya Ocyabrya Street, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450001, Russian Federation)

² ООО «Ufimskaya gipsovaya kompaniya» (8, Proizvodstvennaya Street, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450069, Russian Federation)

³ Ufa State Petroleum Technological University (1, Kosmonavtov Street, Ufa, Republic of Bashkortostan, 450062, Russian Federation)

Frame-Monolithic Technology of Construction of Low-Rise Buildings Made of Foam Gypsum and Steel Thin-Walled Structures

The design of frame-monolithic buildings on the basis of light steel thin-walled structures (LSTS) with filling of internal space of walls and ceilings with monolithic foam gypsum is described. Low-rise frame buildings on the basis of LSTS are widespread abroad and now represent a promising direction for housing construction in Russia. The use of LSTS together with monolithic foam gypsum in low-rise frame construction will reduce the material consumption and increase the fire resistance of buildings. The main advantages of foam gypsum in comparison with other thermal insulation materials are presented. The use of monolithic foam gypsum, as the calculation shows, can increase more than three times the distance between the pillars of the frame and, accordingly, almost as much to reduce the consumption of steel. The results of testing the bearing capacity and deformability of an experimental design of frame-monolithic overlap on the basis of LSTS and foam gypsum are presented.

Keywords: light steel thin-walled structures (LSTS), frame building, monolithic foam gypsum, heat insulator, low-rise construction, bearing capacity, deformability, heat conductivity.

For citation: Bulatov B.G., Shigapov R.I., Ivlev M.A., Nedoseko I.V. Frame-monolithic technology of construction of low-rise buildings made of foam gypsum and steel thin-walled structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 36–39. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-36-39> (In Russian).

Строительство доступного и комфортного жилья в России является важнейшей экономической и социальной задачей уже несколько десятилетий. Однако ее решение в силу как объективных, так и субъективных причин, связанных с дороговизной земли в крупных городах, доступом к инженерным коммуникациям и другими обстоятельствами, все усложняется. В настоящее время уже есть общее понимание того, что добиться решения данной задачи возможно за счет расширения малоэтажного строительства, что также имеет место в большинстве развитых стран Европы и Северной Америки.

К малоэтажному строительству относятся практически любые здания

жилищно-гражданского назначения (жилые дома, детские дошкольные учреждения, магазины и др.) до трех этажей включительно общей площадью до 1500 м², на которые согласно действующему градостроительному кодексу не требуется разрешения экспертизы и контроля за строительством органов Госстройнадзора РФ. Данное обстоятельство безусловно снижает стоимость квадратного метра жилья и повышает его конкурентоспособность по сравнению с многоэтажной застройкой.

Значительное ужесточение норм теплосбережения в РФ за последние два десятилетия [1] заставляет искать новые варианты конструктивных решений малоэтажных зданий. Приме-

нение традиционной конструкции наружной стены из полнотелого керамического или силикатного кирпича, которая успешно использовалась в отечественном строительстве в течение более ста лет, в настоящее время не всегда целесообразно по различным причинам. Поэтому для снижения стоимости возводимых зданий необходимо применение как традиционных местных строительных материалов (низкоэнергетических бесклнкерных вяжущих, гипса, заполнителей и др.) [2–5], так и современных эффективных теплоизоляционных материалов [6, 7], позволяющих существенно уменьшить толщину ограждающих конструкций зданий. Несмотря на простоту требо-



Рис. 1. Малоэтажный каркасный дом на основе ЛСТК

ваний к данным материалам (прочность, надежность, долговечность, экологичность, невысокая стоимость и высокие теплоизолирующие свойства), большинство из них, к сожалению, обладает теми или иными недостатками в техническом или экономическом аспектах.

В связи с тем, что стоимость квалифицированной рабочей силы будет только повышаться, а темпы строительства жилья должны только возрастать, одним из приемлемых путей достижения поставленных целей должно стать развитие комплексной застройки жилых домов из быстровозводимых конструкций, к которым можно отнести легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) (рис. 1). Как показала практика, несмотря на перспективность для отечественного строительства, использование деревянного каркасного домостроения существенно ограничивается требованиями пожарной безопасности для условий плотной застройки пригородов и районных центров.

В данных каркасных зданиях холоднугнутый оцинкованный профиль применяется совместно с утеплителем на основе минеральной ваты (рис. 2). Такая конструкция имеет ряд существенных недостатков, основные из которых — отсутствие сплошности наружных стен и низкая долговечность утеплителя. Однако главная проблема состоит в



Рис. 2. Конструкция наружной стены из ЛСТК с применением минеральной ваты

том, что минеральная вата во время эксплуатации выделяет не только пыль, но и содержит токсичные компоненты (фенол и др.), которые входят в состав связующих используемых при производстве изделий.

Реальной альтернативой может являться каркасно-моноклитная технология строительства подобных зданий на основе совмещения ЛСТК с легкими бетонами на гипсовой основе [7–10]. Пеногипс, обладая хорошей текучестью, образует сплошную конструкцию наружной стены без пустот и щелей. При разработке данного конструктивного решения каркасно-моноклитного здания за основу взята технология изготовления домов из пеногипсов с деревянным каркасом (рис. 3), которая успешно реализована ООО «Уфимская гипсовая компания» при комплексной застройке территории одноэтажными жилыми зданиями социального назначения в Иглинском районе Республики Башкортостан [11–12].

Рассматриваемые наружные стены включают деревянный каркас, состоящий из унифицированного бруса 50×100×3000 мм, связанного перемычками и обшитого с двух сторон фибролитовыми плитами толщиной 2,5 см или облицованного с внутренней стороны гипсовыми пазогребневыми плитами (в качестве несъемной опалубки), а с наружной стороны — стандартной опалубкой



Рис. 3. Одноквартирный жилой дом в п. Иглино с деревянным каркасом и заполнением наружных стен монолитным пеногипсом



Рис. 4. Сборка деревянного каркаса с обшивкой наружной и внутренней поверхностей стен фибролитовыми плитами

из ламинированной фанеры. Общая толщина стены в обоих случаях составляет 40 см (рис. 4). В данную конструкцию каркасной наружной стены механизированным способом осуществляют заливку теплоизоляционного пеногипса (рис. 5).

Однако данная технология возведения наружных стен малоэтажных каркасных жилых домов с применением деревянного каркаса и монолитного пеногипса (в качестве конструктивно-теплоизоляционного материала) имеет отдельные недостатки, в частности большое количество близко расположенных друг к другу (шаг стоек из бруса 40–60 см) различных элементов деревянных конструкций, что приводит к повышенному расходу древесины (рыночная стоимость пиломатериалов повысилась за последние три года на 20–30%) и трудоемкости сборки каркаса. К тому же огнестойкость зданий с деревянным каркасом недостаточна, несмотря на то что пеногипс негорючий материал (только в наружных стенах пеногипс защища-



Рис. 5. Заполнение монолитным пеногипсом наружных стен

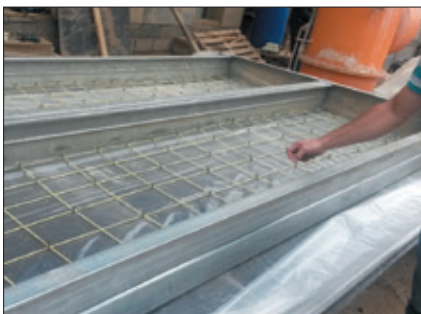


Рис. 6. Каркас плиты перекрытия из ЛСТК перед заливкой пеногипса



Рис. 7. Опытный образец плиты перекрытия на основе ЛСТК и пеногипса в натуральную величину (1,8×6 м, толщина 22 см)

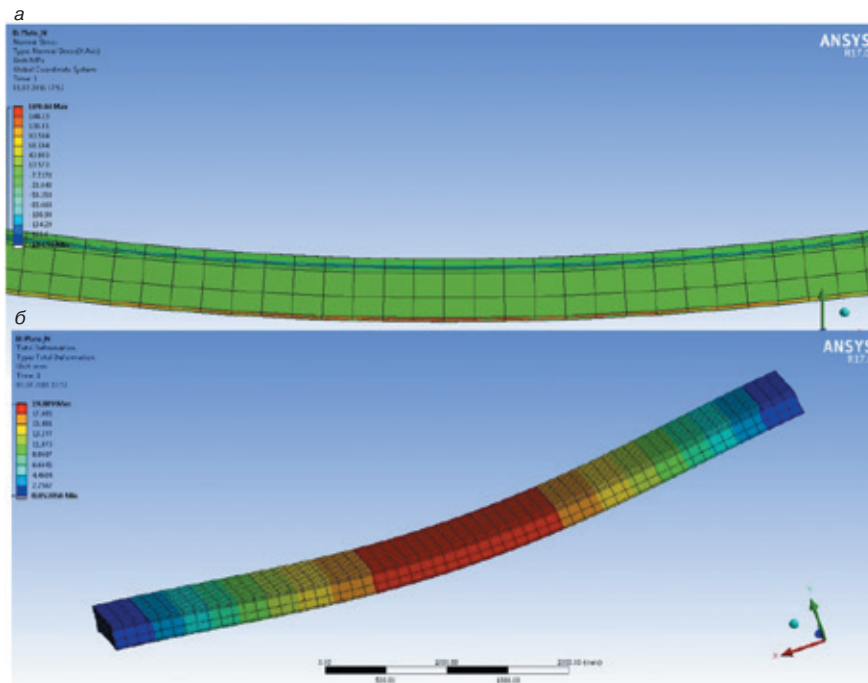


Рис. 8. Расчетные значения нормальных напряжений при оценке несущей способности (а), и деформативности (б) каркасно-монолитного перекрытия на основе ЛСТК и пеногипса

ет деревянный каркас от возгорания), деревянные стропила и перекрытия не имеют конструктивной огнезащиты, подвержены горению и, как следствие, быстрой потере несущей способности. Было принято решение объединить преимущества ЛСТК и пеногипса как эффективно-конструкционно-теплоизоляционного бетона в конструктивном решении малоэтажного дома.

При сравнении традиционной конструкций малоэтажного здания на основе ЛСТК с минераловатным утеплителем и монолитным пеногипсом, прочность которого по сравнению с минеральной ватой больше чем на порядок, расчеты показывают, что расстояние между стойками каркаса можно увеличить более чем в три раза и соответственно почти во столько же уменьшить расход стали [13]. Также нет необходимости в применении дорогостоящего термопрофиля, так как в приведенном конструктивном решении исключено появление мостиков хо-

лода, поскольку с наружной стороны элементы каркаса из ЛСТК изолированы слоем пеногипса значительной толщины.

Как показали проведенные расчеты несущей способности и деформативности каркасно-монолитной конструкции межэтажного перекрытия на основе пеногипса и ЛСТК, выполненные с использованием современного программного комплекса ANSYS R17.0, позволяющего учитывать физическую и геометрическую нелинейность упруго-деформативных свойств используемых материалов, и натурные испытания опытных образцов перекрытий (1,8×6 м) (рис. 6–8), проведенные на производственной базе ООО «Уфимская гипсовая компания», пеногипс совместно с ЛСТК можно успешно применять в качестве конструктивно-теплоизоляционного материала не только в наружных стенах, но также и в межэтажных и чердачных перекрытиях (рис. 9). Испытания подтвердили,



Рис. 9. Натурные испытания опытной плиты перекрытия на действие разрушающих нагрузок. Выполнено на производственной базе ООО «Уфимская гипсовая компания»

что каркасно-монолитное перекрытие на основе ЛСТК и пеногипса обычной толщины 22 см (из которых 18 см – пеногипс и 4 см – цементно-песчаная стяжка) имеет практически ту же несущую способность, что и стандартная железобетонная многослойная плита (более 600 кг/м²), но легче в 2,5–3 раза.

Следовательно, предложенная монолитно-каркасная технология позволяет возводить малоэтажные здания до трех этажей с полным каркасом ЛСТК и заполнением стен и перекрытий монолитным пеногипсом. Важным преимуществом данного конструктивного решения по сравнению с традиционными конструкциями малоэтажных зданий (с несущими кирпичными стенами или безригельным монолитным железобетонным каркасом), является также значительное снижение нагрузок на фундаменты и соответственно грунтовое основание, что позволит существенно упростить и удешевить возведение фундамента, например вместо материалоемкого ленточного железобетонного фундамента под несущие стены использовать легкий столбчатый фундамент.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что предложенную монолитно-каркасную технологию строительства малоэтажных зданий на основе ЛСТК и пеногипса можно рекомендовать к более широкому использованию.

Список литературы

1. Гайсин А.М., Бабков В.В. Анализ несущих наружных стен многоэтажных жилых домов в Республике Башкортостан с позиции удельной теплозащитной характеристики // *Строительные материалы*. 2016. № 10. С. 55–57.
2. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И. Состояние и тенденции развития промышленности гипсовых строительных материалов // *Строительные материалы*. 2010. № 12. С. 44–46.
3. Vinnichenko V., Ryazanov A. Ecological indices of manufacture of Portland cement clinker and production of the dolomite clinker. *MATEC Web of Conferences 116, 01020 (2017)*. DOI: 10.1051/mateconf/201711601020.

References

1. Gaysin A.M., Babkov V.V. Analysis of Bearing External Walls of Multistory Residential Buildings in the Republic of Bashkortostan from the Position of Specific Thermal Protection Characteristic. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 10, pp. 55–57. (In Russian).
2. Rakhimov R.Z., Khaliullin M.I. State and Tendencies of Development of the Gypsum Building Materials Industry. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 12, pp. 44–46. (In Russian).
3. Vinnichenko V., Ryazanov A. Ecological indices of manufacture of Portland cement clinker and production of the dolomite clinker. *MATEC Web of Conferences 116, 01020 (2017)*. DOI: 10.1051/mateconf/201711601020.

4. Винниченко В.И., Рязанов А.Н., Виценко Н.Ю. Термодинамическая оценка условий образования первичных клинкерных минералов при обжиге доломитсодержащей шихты // *Строительные материалы*. 2016. № 10. С. 76–83.
5. Рязанов А.Н., Винниченко В.И., Недосеко И.В., Рязанова В.А., Рязанов А.А. Структура и свойства известково-золяного цемента и его модификация // *Строительные материалы*. 2018. № 1–2. С. 18–22.
6. Недосеко И.В., Бабков В.В., Алиев Р.Р., Кузьмин В.В. Применение конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона в малоэтажном строительстве // *Жилищное строительство*. 2008. № 3. С. 26–27.
7. Гайфуллин А.Р., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З. Строительный гипс с добавками керамзитовой пыли // *Известия КГАСУ*. 2012. № 2. С. 166–171.
8. Сагдатуллин Д.Г., Морозова Н.Н., Хозин В.Г. Реологические характеристики водных суспензий композиционного гипсового вяжущего и его компонентов // *Известия КГАСУ*. 2009. № 2 (12). С. 263–268.
9. Булатов Б.Г., Недосеко И.В. Разработка структуры системы управления производством стеновых изделий на основе гипсосодержащих отходов // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2014. № 2. С. 109–112.
10. Недосеко И.В., Бабков В.В., Юнусова С.С., Гаитова А.Р., Ахмадулина И.И. Гипсовые и гипсошлаковые композиции на основе природного сырья и отходов промышленности // *Строительные материалы*. 2012. № 8. С. 66–68.
11. Шигапов Р.И., Бабков В.В., Халиуллин М.И. Использование пеногипса в малоэтажном строительстве // *Известия КГАСУ*. 2014. № 2 (28). С. 211–216.
12. Бессонов И.В., Шигапов Р.И., Бабков В.В. Теплоизоляционный пеногипс в малоэтажном строительстве // *Строительные материалы*. 2014. № 7. С. 9–13.
13. Валиева Э.Т., Муфтахова Ю.Р., Салихова В.В., Шигапов Р.И., Недосеко И.В. Применение пеногипса в строительстве малоэтажных зданий с несущим каркасом из облегченных стальных профилей // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2018. № 5. С. 20–24.
4. Vinnichenko V.I., Ryazanov, A.N., Vicenco, N.Yu. Thermodynamic Evaluation of Formation Conditions of Primary Clinker Minerals When Burning Dolomite-Containing Charge. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 10, pp. 76–83. (In Russian).
5. Ryazanov A.N., Vinnichenko V.I., Nedoseko I.V., Ryazanov V.A., Ryazanov A.A. Structure and Properties of Lime-Ash Cement and its Modification. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 1–2, pp. 18–22. (In Russian).
6. Nedoseko I.V., Babkov V.V., Aliyev P.P., Kuzmin V.V. The use of structural and thermal insulation expanded clay concrete in low-rise construction *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2008. No. 3, pp. 26–27. (In Russian).
7. Gaifullin A.R., Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z. Construction plaster with additives haydite dust. *Izvestiya KGASU*. 2012. No. 2, pp. 166–171. (In Russian).
8. Sagdatullin D.G., Morozova N.N., Khozin V.G. Rheological characteristics of water suspensions of composite gypsum binder and its components. *Izvestiya KGASU*. 2009. No. 2 (12), pp. 263–268. (In Russian).
9. Bulatov B.G., Nedoseko I.V. Development of the structure of the production management system of wall products based on gypsum-containing waste. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. No. 2, pp. 109–112. (In Russian).
10. Nedoseko I.V., Babkov V.V., Yunusov S.S., Gaitova A.R., Akhmadullina I.I. Gypsum and Gypsum-Slag Compositions on the Basis of Natural Raw Materials and Industrial Waste. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 8, pp. 66–68. (In Russian).
11. Shigapov R.I., Babkov V.V., Khaliullin M.I. The use of foamed gypsum in low-rise construction. *Izvestiya KGASU*. 2014. No. 2 (28), pp. 211–216. (In Russian).
12. Bessonov I.V., Shigapov R.I., Babkov V.V. Heat-Insulating Foamed Gypsum in Low-Rise Construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 7, pp. 9–13. (In Russian).
13. Valiev E.T., Muftakhova Y.R., Salikhov V.V., Shigapov R.I., Nedoseko I.V. Application of foamed gypsum in the construction of low-rise buildings with a supporting framework of lightweight steel sections. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova*. 2018. No. 5, pp. 20–24. (In Russian).

BARKRAFTУФИМСКАЯ
ГИПСОВАЯ
КОМПАНИЯ**ПРОДАЖА ГИПСА**Г5 БII строительный
Г5 БIII формовочный
ГВВС-16 высокопрочный**ПРОДАЖА \ ТОЛЛИНГ ССС**Штукатурки, шпаклевки
Клеи, наливные полы

ТАРА



БИГ-БОГ



НАВАЛ



ЖД



АВТО



РФ/СНГ



Уфа, ул. Цветочная, 3/3



+7 (347) 226-08-08



www.barkraft.ru

Реклама

А.А. ФЕДУЛОВ, канд. техн. наук (fedulov.alexey@mail.ru)

Современные требования к инженеру-технологу по производству сухих строительных смесей

Показано, что подотрасль промышленности сухих строительных смесей в России начала формироваться с 1986 г., когда в Москве был запущен первый завод. Проанализированы ошибки проектирования и технологии первого завода. В настоящее время насчитывается около двухсот производителей ССС как на гипсовой, так и на цементной основе. Аргументировано, что технологи заводов ССС должны обладать комплексом специфических знаний и практических навыков, которые в настоящее время не может обеспечить вузовская подготовка. Приводятся перечень теоретических знаний и практических навыков, которыми должен владеть технолог для успешной работы на заводах сухих смесей. Приведены примеры выпуска ССС, не в полной мере отвечающих по технологическим свойствам своему назначению. Обоснована необходимость влияния технолога не только на конечные эксплуатационные свойства смесей, но и на технологичность их применения. Предложено адаптировать разработанные ранее программы подготовки технологов для заводов как в рамках вузовской подготовки специалистов, так и в порядке повышения квалификации действующих работников заводов.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, гипсовые и цементные вяжущие, заполнители, функциональные технологические добавки, гранулометрический, минералогический и химический состав, инженер-технолог, подготовка кадров, обучение, образование, повышение квалификации.

Для цитирования: Федулов А.А. Современные требования к инженеру-технологу по производству сухих строительных смесей // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 40–42. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-40-42>

А.А. FEDULOV, Candidate of Sciences (Engineering) (fedulov.alexey@mail.ru)

A Modern Engineer-Technologist for Production of Dry Building Mixes

It is shown that the sub-branch of industry of dry building mixes in Russia began to be formed since 1986 when in Moscow the first plant was commissioned. Mistakes of designing and technology of the first plant have been analyzed. At present, there are about 200 producers of dry building mixes (DBM) both on the gypsum and cement bases. It is argued that the process engineers of DBM plants should have a set of specific knowledge and practical skills which at present the university training can't provide. The list of theoretical knowledge and practical skills which the technologist has to possess for successful work at plants of dry mixes is presented. Examples of the production of DBM which do not fully meet the technological properties to their purpose are given. The necessity of the influence of the technologist not only on the final performance properties of mixtures, but also on the workability of their application is substantiated. It is proposed to adapt the previously developed programs for the training of technologists for plants both as part of university training, and in order to improve the skills of operating plant workers.

Keywords: dry building mixes, gypsum and cement binders, fillers, functional technological additives, granulometric, mineralogical and chemical composition, process engineer, training of personnel, training, education, qualification improvement.

For citation: Fedulov A.A. A modern engineer-technologist for production of dry building mixes. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 40–42. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-40-42> (In Russian).

На строительном рынке России сухие строительные смеси (ССС) в современном понимании появились в 1986 г., когда в Москве был построен и пущен в эксплуатацию первый завод сухих строительных смесей производительностью 100 тыс. т в год в районе Капотни на оборудовании финской компании «Лохья». Завод принадлежал строительной организации Главмосремонт. К сожалению, производство долго не могли вывести на стабильный режим работы. В настоящее время очевидно, что одной из причин длительной нестабильности технологии стало отсутствие квалифицированных технологов по производству ССС. Основной технологической ошибкой при проектировании предприятия был неправильный выбор песчаного карьера, располагавшегося в Люберецком районе Московской области. Этот карьер был выбран как наиболее близко расположенный. Модуль крупности песка этого карьера составлял 1,5–1,8, и получить крупные фракции песка в достаточном количестве, которые были необходимы для основной номенклатуры выпускаемых смесей, было невозможно. Руководство завода обратилось за помощью на кафедру строительных материалов и конструкций ВЗПИ, был создан временный творческий коллектив, который возглавил автор статьи, и началась работа по поиску и выбору необходимого песка. Были исследованы три карьера с модулем крупности песка 2,5–2,8, вы-

бран песок с оптимальным рассевом по требуемым фракциям, произведены подборы составов сухих смесей для штукатурных, ремонтных и других работ.

В то время основным потребителем штукатурных смесей завода была финская строительная фирма, которая производила капитальный ремонт московской гостиницы «Метрополь». С их стороны требования были очень высокими. Смеси изготавливались двух видов: «грунт» и «затирка» в соотношении 5:1, которые поставлялись автомобильным транспортом на стройплощадку в металлических емкостях вместимостью 3 и 5 т с выгрузкой через шиберные заслонки. Поэтому было необходимо сделать гранулометрический подбор песков таким, чтобы избежать расслоения сухих смесей в сухом виде и не получать из нижней части емкости жирную растворную смесь, а из верхней – тощую. Данный пример приведен с целью показать важность высокой квалификации технолога на производстве сухих строительных смесей.

К сожалению, некоторые современные так называемые универсальные сухие смеси имеют расслоение даже в мешке, а на оштукатуренных поверхностях появляются характерные трещины [1].

Период бурного развития производства ССС в Западной Европе пришелся на 1970–1980-е гг., а в Восточной Европе – на 1990-е гг. и первое десятилетие XXI в. По данным Росстата, в 1996 г. в России насчитыва-

валось восемь заводов СССР, которые выпускали смеси только на основе цемента. Их суммарная производственная мощность составляла около 50% от проектной. В 1997 г. в г. Красногорске (Московская обл.) немецкой компанией «КНАУФ» был построен первый в России завод [2], выпускающий СССР на основе строительного гипса. В последующие годы в нашей стране начался устойчивый и неуправляемый рост производства и потребления СССР. В настоящее время в России насчитывается уже около 240 заводов СССР, большинство из которых выпускают смеси на основе цемента [3–6]. Отрадно отметить, что проектированием таких заводов, разработкой и изготовлением всего технологического оборудования занимается также отечественная машиностроительная компания «ВСЕЛУГ», которая уже сделала поставки оборудования более чем на 90 заводов; ее услугами пользуются даже крупные иностранные компании, например такие как «КНАУФ» [7, 8].

Около тридцати лет назад известный отечественный ученый в области гипсовых вяжущих Х.С. Воробьев в своей монографии [9] высказал мнение о необходимости расширения производства гипсовых вяжущих и изделий на их основе как наиболее эффективных с точки зрения топливно-энергетических затрат. Если сравнивать технологии цемента и строительного гипса, то температура спекания клинкера равна 1450°C, а температура обжига гипсового камня – 140–160°C. Поэтому расход топлива на производство 1 т цемента приблизительно в 10 раз больше, чем на 1 т гипсового вяжущего, особенно если оно производится в современных энергоэффективных установках совместного помола и обжига гипса, таких как мельницы «Клаудиус Петерс» [10] или «Гебрюдер Пфайффер».

Материалоемкость агрегатов по обжигу гипса более чем на порядок ниже, чем вращающихся клинкерообжигательных печей для производства цемента. Печь-мельница «Клаудиус Петерс» производительностью 60 т строительного гипса в час имеет диаметр около 4 м и высоту около 6 м. Клинкерообжигательная печь той же производительности имеет длину около 185 м и диаметр 3,5 м. В нее укладывается около 1000 т футеровки, которая отсутствует в мельницах «Клаудиус Петерс». Кроме того, еще требуются мельницы для помола клинкера [11].

Поэтому основными преимуществами гипсовых вяжущих и изделий на их основе являются низкие энергозатраты и материалоемкость производства, высокая производительность, технологичность и, конечно, экологичность. При производстве гипсовых вяжущих веществ отсутствует процесс декарбонизации с выделением углекислого газа, а выделяется только физическая, адсорбционная и химически связанная влага. Строительство заводов сухих смесей, использующих гипсовые вяжущие, по мнению автора, будет увеличиваться.

Преимущество применения СССР на строительных площадках по сравнению с приготовленными строительными растворными смесями на БСУ, а тем более на месте, очевидно. СССР, изготовленные на заводах, имеют оптимизированный фракционный состав заполнителей, точно дозированное количество вяжущих и технологических добавок, качественное перемешивание и в итоге гарантируют получение строительных растворов и бетонов высокого качества.

Номенклатура СССР весьма широка (штукатурные, кладочные, монтажные, теплоизоляционные, гидроизоляционные, напольные, клеевые и т. д.), что позволяет выбрать оптимальный состав для конкретного вида работ и снизить тем самым затраты на их выполнение. Если в основу классификации СССР положить разные принципы, включающие составы смесей, виды вяжущих, условия и области их применения и т. п., то такая

номенклатура может включать более 50 наименований, и она будет не исчерпывающей.

Современным заводам СССР требуются, естественно, квалифицированные специалисты, и в первую очередь инженеры-технологи. 25-летний стаж преподавательской работы, большей частью который был посвящен подготовке инженеров-технологов, включая руководство дипломным проектированием заводов сухих строительных смесей, а также опыт сотрудничества с заводскими лабораториями позволили автору выделить те знания и компетенции, а также определенный практический опыт, которыми должен обладать специалист для успешной работы на заводе СССР.

В первую очередь это знание минеральных вяжущих веществ, с которыми работают заводы: химический и минералогический состав клинкера или гипсовых пород, виды и составы добавок, которые вводятся при помоле, физико-технические характеристики самих вяжущих и продуктов их гидратации и т. д. Заводы имеют разные сырьевые базы, материалы которых могут значительно отличаться друг от друга.

Второй модуль знаний – характеристики заполнителей и наполнителей, включая гранулометрический состав, коэффициенты формы зерен, различные теории плотных упаковок (гексагональная или октаэдральная) и т. д. Все это будет влиять на качество готовых смесей, позволит избежать расслоения смесей в сухом виде и позволит повысить качество конечного продукта – строительных растворов.

В современных условиях важнейшими становятся знания различных видов добавок, их функционального влияния на свойства определенных вяжущих, растворные смеси, а также строительные растворы. Имея опыт работы в лаборатории химических добавок института ВНИИЖелезобетон, автор убедился, что без глубоких знаний физической химии процессов чрезвычайно сложно проектировать рецептуры сухих строительных смесей, обеспечивать их стабильное качество и технологичность.

Введение одновременно нескольких добавок (комплексных) может привести как к существенному улучшению свойств смеси, так и к отрицательным результатам. Необходимо исследовать их совместимость.

Технологу также необходимы знания оборудования, которое может повлиять на качество выпускаемых смесей: классификаторы и сушилки для песка, весовые и объемные дозаторы, смесители, шнековые и ленточные питатели и т. д. Сбой в работе оборудования может привести к некачественной загрузке смесителя и выходу сухой смеси, не соответствующей заданной рецептуре.

Чтобы специалист был востребован заводами СССР, ему необходимо дать как теоретические, так и практические знания. Кроме общего курса по строительным материалам, где даются необходимые понятия и определения различных процессов, необходимо дать глубокий и расширенный курс по процессам и аппаратам, по общей теплотехнике, по современным методам исследования и контроля качества строительных материалов, включая экспресс-методы. В настоящее время лекционного курса по механическому оборудованию, нацеленного на изучение оборудования заводов СССР, нет.

Все теоретические курсы должны сопровождаться лабораторными работами, практическими занятиями и заканчиваться разработкой курсового проекта завода, в котором должны быть сосредоточены все полученные специалистом знания. Конечно, методология подготовки инженерно-технологических кадров не стоит на месте, развиваются новые формы обучения, в первую очередь с использованием компьютерной техники [11]. Однако для будущего заводского технолога производ-

ственную технологическую практику на действующих заводах сухих смесей никакими компьютерными программами заменить невозможно.

Кроме того, специалист должен знать области и технологию применения выпускаемых смесей на стройплощадке, чтобы лучше понимать, какими свойствами должны обладать растворные смеси и технологичны ли они.

В качестве примера приведем смеси для устройства наливных самовыравнивающихся оснований пола, которые выпускают многие заводы. Потеря подвижности растворных смесей у многих производителей составляет 30 минут. За это время можно сделать 4–5 замесов (4–5 мешков по 25 кг) при условии соблюдения технологии приготовления раствора из смеси. Еще потребуется время для обработки разлитой смеси специальным валиком или щеткой с длинным и жестким ворсом для удаления пузырьков вовлеченного воздуха. С учетом того, что рекомендуемая толщина основания пола должна составлять не менее 30 мм, величина захватки для разовой заливки составит около 3 м². А если потребуется сделать основание пола площадью 50 м², сколько будет захваток? Короткое время потери подвижности смесей для устройства наливных самовыравнивающихся оснований пола не только неудобно для строителей, но и не позволяет выполнить высококачественное основание, так как в местах сопряжения захваток почти неизбежно появятся трещины. По мнению автора, время потери подвижности таких смесей должно составлять не менее 60 минут. Чтобы избежать подобных технологических нестыковок, у заводского технолога

должно быть четкое представление, как и с какой целью используются выпускаемые его предприятием сухие строительные смеси.

Если производить машинную заливку, то необходимо указать максимально допустимый размер захватки, так как все растворные смеси (цементные и гипсовые) имеют определенную усадку. Немецкие производители ангидритовых смесей указывают, что диагональ захватки не должна превышать 9 м.

Полноценного технолога без производственной практики на заводах ССС не выучить. Поэтому необходима действенная помощь со стороны предприятий. Студент должен одну технологическую практику пройти в заводской лаборатории, где осуществляется контроль сырьевых материалов и готовой продукции, а другую – в цехе, где он должен быть дублером оператора, управляющего технологическими процессами с помощью компьютера. К сожалению, в настоящее время в вузах наблюдается тенденция к сокращению производственной практики.

Только после специальной подготовки, включающей глубокие теоретические знания и неформальную производственную практику, технолог будет востребован на заводах.

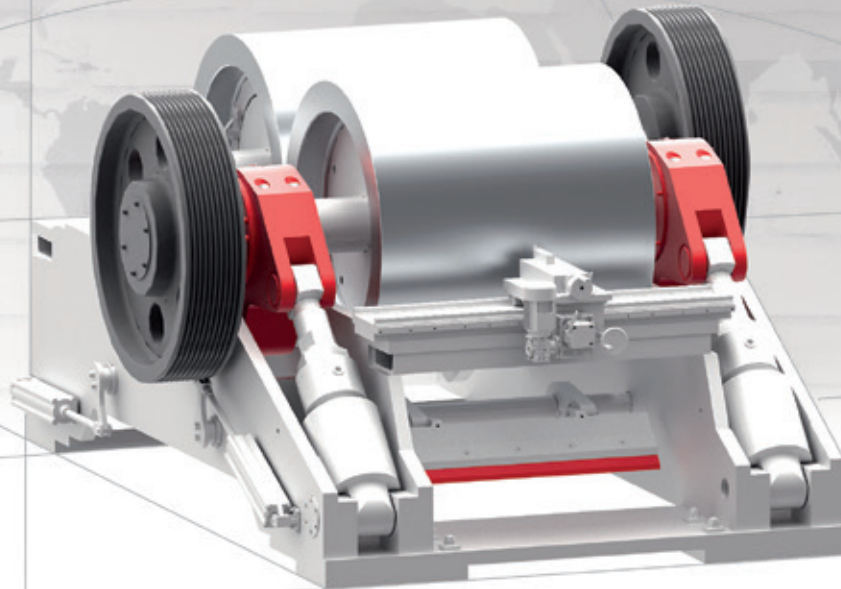
Несколько лет назад автором были разработаны программы обучения специалистов для заводов сухих смесей как для очного обучения в вузе по заказу предприятий, так и для факультетов повышения квалификации. После актуализации они могут быть успешно использованы для подготовки и переподготовки специалистов любого уровня.

Список литературы

1. Василик П.Г., Голубев И.В. Трещины в штукатурках // *Строительные материалы*. 2003. № 4. С. 14–16.
2. Палиев А.И., Шibaев С.Ю. Сп «ТИГИ Кнауф» ОАО запускает новый завод // *Строительные материалы*. 1997. № 9. С. 14–15.
3. Еферина Т.В., Хиллов К.В. Рынок сухих строительных смесей: специфика продвижения // *Строительные материалы*. 2005. № 8. С. 77–79.
4. Ботка Е. Рынок сухих строительных смесей России и стран СНГ: состояние и перспективы // *Цемент и его применение*. 2007. № 5. С. 60–64.
5. Ботка Е. Рынок сухих строительных смесей: смена динамики // *Цемент и его применение*. 2008. № 5. С. 133–134.
6. Ботка Е. Рынок сухих строительных смесей России: предварительные итоги 2016 года и краткосрочные перспективы // *Цемент и его применение*. 2016. № 6. С. 38–39.
7. Телешов А.В., Сапожников В.А. Новые заводы по производству сухих смесей // *Строительные материалы*. 2003. № 11. С. 12–15.
8. Круглый стол: Современное оборудование для производства сухих строительных смесей общестроительного и специального назначения. Перспективы оснащения цехов // *Сухие строительные смеси*. 2013. № 3. С. 18–24.
9. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие и изделия: зарубежный опыт. М.: Стройиздат, 1983. 201 с.
10. Ветергрове Х. Гомогенизатор Claudius Peters – гипсовая технология для снижения затрат и повышения качества // *Строительные материалы*. 2010. № 7. С. 7–9.
11. Федулов А.А. Технология гипсовых отделочных материалов и изделий. М.: РИФ «СТРОИМАТЕРИАЛЫ», 2018. 240 с.
12. Белов В.В., Образцов И.В. Использование виртуальных тренажеров для работников заводских лабораторий // *Строительные материалы*. 2015. № 3. С. 67.

References

1. Vasilik P.G., Golubev I.V. Cracks in plasters. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2003. No. 4, pp. 14–16. (In Russian).
2. Paliev A.I., Shibaev S.Yu. SP “TIGI Knauf” JSC launches a new factory. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 1997. No. 9, pp. 14–15. (In Russian).
3. Eferina T.V., Khilov K.V. The market of dry construction mixtures: the specificity of promotion. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2005. No. 8, pp. 77–79. (In Russian).
4. Botka E. The market of dry building mixtures in Russia and CIS countries: the state and prospects. *Tsement i ego primeneniye*. 2007. No. 5, pp. 60–64. (In Russian).
5. Botka E. Market of dry building mixtures: change of dynamics. *Tsement i ego primeneniye*. 2008. No. 5, pp. 133–134. (In Russian).
6. Botka E. The market of dry building mixtures of Russia: preliminary results of 2016 and short-term prospects. *Tsement i ego primeneniye*. 2016. No. 6, pp. 38–39. (In Russian).
7. Teleshov A.V., Sapozhnikov V.A. New factories for production of dry mixes. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2003. No. 11, pp. 12–15. (In Russian).
8. Round table: Modern equipment for the production of dry construction mixtures for general construction and special purposes. Prospects for equipping the shops. *Sukhije stroitel'nye smesi*. 2013. No. 3, pp. 18–24. (In Russian).
9. Vorob'ev Kh.S. Gipsovye vyazhushchie i izdeliya: zarubezhnyi opyt [Gypsum binders and products: foreign experience]. Moscow: Stroyizdat. 1983. 201 p.
10. Vetergrove H. Homogenizer Claudius Peters is a gypsum technology for reduction of expenditure and improvement of quality. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 7, pp. 7–9. (In Russian).
11. Fedulov A.A. Tekhnologiya gipsovykh otdelochnykh materialov i izdelii [Technology of gypsum finishing materials and products]. Moscow: RIF «STROIMATERIALY». 2018. 240 p.
12. Belov V.V., Obratsov I.V. The use of virtual simulators for employees of industrial laboratories. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 3, p. 64–67.



Инновационная система для помола при зазоре от 1 мм - вальцы тонкого помола Гамма

Фирма HÄNDLE предлагает различные концепции тонкого измельчения. При проектировании вальцов Gamma были скомбинированы проверенные и уже зарекомендовавшие себя системы вальцов типа Alpha II и Beta. В результате чего новые кулисные вальцы являются функциональными и экономически выгодными.

HÄNDLE - ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ В КИРПИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.



Развитие керамической промышленности России: профессионалы обсудили перспективы отрасли

30–31 мая 2018 г. в Туле состоялась XVI Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России: KERAMTAKS-2018». В ее работе приняли участие более 180 руководителей и ведущих специалистов кирпичных заводов, представителей машиностроительных фирм и инжиниринговых компаний, ученых отраслевых исследовательских и учебных институтов из 29 регионов России и 10 зарубежных стран.

На пленарных заседаниях было представлено 26 докладов, выездные сессии состоялись на кирпичный завод «БРАЕР», Тульский кирпичный завод и кирпичный коттеджный поселок Петровский. Впервые в рамках конференции KERAMTAKS был проведен круглый стол «Кирпичное домостроение: проблемы и перспективы». На экскурсии «Тула кирпичная» мы познакомились с Тульским кремлем, кирпичной промышленной и гражданской архитектурой Тулы.

Спонсорами KERAMTAKS-2018 выступили кирпичный завод «БРАЕР» и немецкая машиностроительная компания «КЕЛЛЕР», оборудование которой установлено на заводе.



Главный форум керамиков состоялся в непростое время. За последние 15 лет прекратили существование 186 предприятий – производителей керамического кирпича, из них за период 2016–2017 гг. в России было закрыто 37 предприятий, в основном они производили рядовой керамического кирпича. В таблице приведены основные показатели работы отрасли в 2017 г.

Производство штучных строительных стеновых материалов	2016	2017	2016 / 2017%
Газобетон, млн шт. усл. кирп.	8068	8333	3,3
Кирпич силикатный, млн шт. усл. кирп.	3021	2934	-2,9
Кирпич керамический, млн шт. усл. кирп.	5799	5593	-3,6
Среднегодовая мощность, млн шт. усл. кирп.	8910	8571	-3,8
Потребление*, млн шт. усл. кирп.	5843	5622	-3,8
Загрузка мощностей, %	65,1	65,8	0,7

* С учетом экспорта/импорта (в табл. не приводится)
Из доклада исполнительного директора CM PRO Е. Высоцкого, 04.04.2018 г.



При этом Стратегия развития промышленности строительных материалов до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года, утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 мая 2016 года № 868-р, предусматривает 26 проектов модернизации и строительства новых производств в кирпичной промышленности суммарной мощностью около 2 млрд усл. кирпича в год с объемом инвестиций более 42 млрд р. Этот документ машиностроительные компании, в том числе зарубежные, рассматривали как косвенное свидетельство потенциала развития отрасли.

Пленарное заседание первого дня конференции практически полностью было посвящено обсуждению предложений зарубежных машиностроителей. С докладами выступили представители ведущих компаний, работающих на российском рынке, такие как «КЕЛЛЕР», «ХЕНДЛЕ-БРАУН» (Германия), «ХЕНДЛЕ-УРАЛ», «ЛИНГЛ-СЕРВИС» (Россия), «МАРКЕЛУЦО», «КАПАЧЧИОЛИ» (Италия), «ВЕРДЕС», «ЭКИПСЕРАМИК» (Испания), «ФРЕЙМАТИК» (Швейцария), «САБО» (Греция), «ПЛИНФА» (Украина), «ИНТА-СТРОЙ» (Россия). Однако, многие из них отмечали, что активность заводов не только по приобретению новых линий, но и отдельных машин и даже запасных частей существенно ниже ожидаемой. Мы не будем подробно останавливаться на докладах компаний, так как практически все они опубликованы в журнале «Строительные материалы».





тельные материалы»[®]. Отметим лишь, что Россия перестает быть приоритетным направлением многих зарубежных поставщиков оборудования.

Сырьевым материалам, добавкам и пигментам, а также научным исследованиям в области керамики было посвящено пленарное заседание второго дня конференции. В этих вопросах также интересны предложения зарубежных компаний («СМАК», «КОЛОРОБИЯ», Италия; «КИМПЕ», Франция). Заводы сотрудничают с ними охотно, так как отечественных пигментов и добавок, позволяющих обеспечить постоянное высокое качество продукции широкой цветовой гаммы, в России, к сожалению, тоже немного. А не выпускать цветной кирпич в современных условиях просто нельзя.

Российские ученые не устают обращать внимание производителей кирпича на вторичные сырьевые ресурсы, которые могут достойно заменить истощающееся природное сырье. Однако очевидно, что в России этот вопрос еще не созрел.

Отдельной проблемой, которая волнует ученых, работающих в области керамики, – преподавателей вузов, является постепенное вытеснение керамической тематики из учебных программ. Руководство вузов мотивирует это отсутствием спроса на инженеров-технологов керамик со стороны промышленности, отсутствие целевых контрактов на подготовку таких специалистов. Ситуация может усугубиться до такой степени, что даже при наличии профессионального заказа со стороны отрасли уже не останется вузов, способных качественно подготовить студентов по данной специальности. Однако и эта опасность еще не находит серьезного отклика у руководства предприятий, даже самых крупных. В настоящее время потребность в технологах-керамиках и инженерах данного профиля успешно удовлетворяется за счет высвобождающихся специалистов с закрывающихся заводов.

В этом году все производители керамического кирпича с большим интересом ожидали проведения первого круглого стола «Кирпичное домостроение: проблемы и перспективы». Действительно, за предыдущие 15 лет практически все предприятия, – новые и те, которые смогли освоиться в условиях рыночной экономики, существенно повысили качество выпускаемой продукции, расширили ее ассортимент. Однако факт остается фактом: кирпич теряет свои позиции в ряду штучных стеновых материалов. В различных регионах ситуация неоднозначная (см. статью А.А. Семёнова, стр. 49), но в среднем керамический кирпич потерял порядка 10% рынка.

С плановыми сообщениями на круглом столе выступили В.И. Гнатышен генеральный директор керамического завода «МИР» (Чита), С.М. Андреев директор кирпичного завода «КЕТРА» (Чебоксары), М.Н. Кораблин главный инженер Тульского кирпичного завода и др.

Тема круглого стола вызвала активные обсуждения. Коллеги из разных регионов (Калининград, Самара, Белгородская, Нижегородская, Новосибирская, Калужская, Ярославская область) отмечали, что несмотря на на-





личие ассоциаций, в кирпичной промышленности нет единства целей и задач. А они очевидны. В отрасли сильна внутрицеховая конкуренция в ущерб конкуренции с другими стеновыми материалами, обуславливающая падение цены на продукцию до уровня себестоимости или ниже, что делает практически невозможными модернизацию и развитие производства. Предприятия поодиночке не могут составить серьезную конкуренцию производителям других штучных материалов в борьбе «за стену». В результате при разработке конструкций стен все меньше в проекты закладываются керамические материалы. Архитекторы и проектировщики не получают системно и массивно информацию о свойствах новых материалов (поризованных блоков, стенового клинкерного кирпича) и преимуществах их корректного применения. Более того, выявляются случаи, когда проектировщики и архитекторы пребывают в заблуждении на основе недостоверной информации о положительных свойствах материалов-конкурентов.

Было поставлено много вопросов о совершенствовании нормативно-технической базы подотрасли. В этом часто нет единства между ассоциациями, крупными производителями, научно-исследовательскими институтами.

Постоянная боль кирпичников (и не только) – взаимоотношения с энергетическими и транспортными монополиями. Рост цен на электричество, газ, мазут в несколько раз опережает рост цен на продукцию. Ряд предприятий, учитывая рыночную ситуацию в регионе, уже несколько лет не имеют возможности увеличивать цену продажи кирпича. Таки образом, рентабельность производства, а следовательно, и возможность воспроизводства производственных мощностей, постоянно сокращается.

В этих условиях как никогда важна консолидация отрасли, важно наличие сильной ассоциации, способной реально отстаивать интересы предприятий. Ощутимая конфронтация имеющихся объединений кирпичников ситуацию только усугубляет.

Выездные сессии конференции состоялись на кирпичный завод «БРАЕР» и Тульский керамический завод. Это своего рода два полюса кирпичной планеты.





Тульский кирпичный завод основан в 1881 г. В настоящее время он расположен практически в центре города. Однако его руководство, нацеленное на сохранение и развитие предприятия, предпринимает успешные шаги по поэтапной модернизации производства, повышению экологической безопасности предприятия, расширению ассортимента продукции в первую очередь за счет разнообразия цвета и фактуры. При реконструкции используется как российское оборудование и технические решения, так и зарубежные. Главный критерий – доступность и эффективность. Производительность завода 40 млн шт. кирпича в год. И практически весь он продается.

Кирпичный завод «БРАЕР» – гранд кирпичной промышленности России. Построенный в непосредственной близости от Обидимского месторождения высококачественных глин в 2010 г. по технологии и с использованием оборудования немецкой компании «КЕЛЛЕР», в настоящее время завод имеет производственную мощность 140 млн усл. кирпича в год. И хотя завод новый, на нем постоянно ведется совершенствование технологии.

Тула – город с богатыми традициями кирпичного домостроения. Знаменитый Тульский кремль, здания многочисленных оружейных заводов, городские усадьбы и купеческие дома, современные элитные многоэтажки и кварталы массовой застройки, коттеджные поселки и дачи – все строится из керамического кирпича, как в силу традиций, так и благодаря наличию нескольких кирпичных заводов в регионе.

КЕРАМТЭК-2018, состоявшийся в непростых для отрасли и всего строительного комплекса условиях, вновь продемонстрировал единение профессионального сообщества кирпичников. Коллеги как всегда были рады встрече, обсудили волнующие всех проблемы, немного отдохнули в кругу единомышленников. Все мы будем ждать новой встречи в 2019 г.



Оставайтесь с нами!





САРАССИОЛИ: ведущий мировой поставщик оборудования для производства кирпича



Итальянская компания Сарассиоли (Капаччоли) является ведущим поставщиком оборудования и заводов под ключ для производства кирпича.

С начала существования компании и по сегодняшний день ее основными задачами являются проектирование, разработка и реализация технологических, инновационных и индивидуальных решений для производства кирпича и черепицы, при этом особое внимание уделяется постоянному повышению качества, безопасности, энергоэффективности и экологически чистому производству.

Созданная в 1950-е гг. как небольшой семейный бизнес, сегодня Сарассиоли превратилась в постоянно расширяющуюся на мировом рынке международную компанию.

Благодаря высококвалифицированному техническому персоналу компания всегда на шаг впереди конкурентов, предлагая последние решения и новинки для своих клиентов. Основопологающим делом компании является проектирование и установка заводов под ключ для производства пустотелого кирпича, блоков, черепицы, терракотовой плитки и других керамических изделий.

В 2016 г. Сарассиоли совершила революцию в процессе сушки изделий с помощью новой сверхскоростной сушилки Condor®, которая позволила значительно сократить цикл сушки и снизить затраты за счет улучшения качества.

Новая сушилка – последний шаг в инновациях, которые отличают компанию Сарассиоли в течение последних 60 лет, и совсем недавно она получила патент на это изобретение.

В 2016 г. компания успешно завершила в Турции установку трех сушилок Condor® производительностью 750 т/сут пустотелых блоков и термоблоков каждая. В настоящее время сушилки Condor® уже устанавливаются в других странах.

Полностью новый дизайн с оригинальными техническими решениями позволил добиться исключительных результатов: сверх-



быстрый цикл сушки, высокое качество продукции и очень низкий 8–10 кВт /т – удельный расход энергии.

Ультраскоростная сушилка Condor® не является единственным крупным успехом компании Сарассиоли. Недавно компания установила свое оборудование и построила заводы под ключ в Турции, Ливии и государствах Северной Африки.

Сарассиоли разрабатывает, производит и перед поставкой тестирует все свое оборудование, предоставляя своим клиентам лучшие гарантии надежности, долговечности и эффективности.

Исторически ключевым направлением деятельности компании является проектирование и изготовление манипуляторов для производства кирпича. В этом контексте Сарассиоли разработала высокотехнологичные решения и стала мировым лидером в разработке и реализации лучших технических решений для автоматизации производства кирпича.

Полный ассортимент оборудования Сарассиоли включает линии массоподготовки, линии экструзии и резки, сушилки, печи, горелки, манипуляторы и автоматы загрузки/разгрузки материалов и системы передвижения. Испытательные и лабораторные установки, а также современные модули удаленной поддержки с непосредственным подключением к программному обеспечению всего оборудования, которые гарантируют мгновенное реагирование и нахождение своевременных решений проблем за счет сокращения времени технического вмешательства, являются гордостью компании.

Обладая обширным опытом в области промышленной автоматизации и использовании роботов, компания также обратила внимание на сектор пищевой и целлюлозно-бумажной промышленности и произвела успешные установки и в этих областях.

В сотрудничестве с Университетом Павии и Национальной ассоциацией кирпичной промышленности (ANDIL) компания вносит вклад в проект INSYSME – новое конструктивное решение в области антисейсмических материалов, которое окажет значительное влияние на строительную отрасль.

Сарассиоли ежегодно участвует в крупнейших торгово-промышленных выставках, проходящих по всему миру, и является официальным партнером Национальной ассоциации кирпичной промышленности ANDIL.

Более подробную информацию можно получить на сайте:

www.capaccioli.com

CAPACCIOLI S.R.L.
Via Piave, 51 Sinalunga 53048 (SI)
Tel +39 0577679296 – Fax +39 0577678218
commerciale@capaccioli.com
www.capaccioli.com

УДК 621.315.612.5

DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-49-51>

А.А. СЕМЁНОВ, канд. техн. наук, генеральный директор (info@gs-expert.ru)

ООО «ГС-Эксперт» (125047, г. Москва, 1-й Тверской-Ямской пер., 18)

Тенденции развития кирпичной промышленности и кирпичного домостроения в России

Приведена динамика ввода жилья в России за период 2010–2018 гг. Обосновано, что кризис в кирпичной промышленности в значительной степени обусловлен снижением уровня строительства. Показано, что в последние годы снижение уровня производства и потребления характерно для всех видов штучных стеновых материалов. В 2017 г. объем производства керамических стеновых материалов составил 5,94 млрд шт. усл. кирпича, силикатных стеновых материалов – 1,9 млрд шт. усл. кирпича, блоков из автоклавного газобетона – 11,7 млн м³. Также снижению спроса на керамический кирпич способствует изменение структуры применяемых для жилищного строительства стеновых материалов. За период с 2009 по 2017 г. доля жилых домов с кирпичными стенами в общем объеме возводимого жилья снизилась с 43 до 33%. По территории России потребление керамического кирпича происходит неравномерно. Наиболее высокая доля жилых домов с кирпичными стенами традиционно приходится на долю Северо-Кавказского федерального округа.

Ключевые слова: энергосбережение, экология, кирпич, керамические стеновые материалы, силикатный кирпич, автоклавный газобетон, жилищное строительство, анализ рынка.

Для цитирования: Семёнов А.А. Тенденции развития кирпичной промышленности и кирпичного домостроения в России // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 49–51. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-49-51>

A.A. SEMENOV, Candidate of Sciences (Engineering), General Director (info@gs-expert.ru)
ООО «GS-Expert» (18, 1st Tverskoy-Yamskoy pereulok, Moscow, 125047, Russian Federation)

Trends in Development of Brick Industry and Brick Housing Construction in Russia

The dynamics of housing commissioning in Russia for the period of 2010–2018 is shown. It is substantiated that the crisis in the brick industry is largely due to a decrease in the level of construction. It is shown that in recent years the decrease in the level of production and consumption is typical for all types of piece wall materials. In 2017, the volume of production of ceramic wall materials was 5.94 bil. pce of equivalent brick, silicate wall materials – 1.9 bil. pce of equivalent brick, blocks of autoclaved aerated concrete – 11.7 mil. m³. Also, the demand for ceramic bricks is reduced due to changing the structure of wall materials used for housing construction. From 2009 to 2017, the share of residential buildings with brick walls in the total volume of housing construction decreased from 43 to 33%. On the territory of Russia the consumption of ceramic bricks is uneven. The North Caucasus Federal District traditionally has the highest share of houses with brick walls.

Keywords: energy saving, ecology, brick, ceramic wall materials, silicate brick, autoclaved gas concrete, housing construction, analysis of market.

For citation: Semenov A.A. Trends in development of brick industry and brick housing construction in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 49–51. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-49-51> (In Russian).

Российская кирпичная промышленность в последние годы находится в состоянии кризиса, обусловленного общим падением спроса за счет снижения объемов строительных работ в стране [1]. Так, ввод многоквартирных жилых домов устойчиво сокращается с 2016 г. с нарастанием темпов падения (табл. 1). Положительная динамика индивидуального жилищного строительства, особенно в 2018 г., во многом обусловлена «бумажным» вводом, т. е. регистрацией ранее построенных и незарегистрированных зданий, и не отражает реальную ситуацию в данном сегменте рынка.

На этом фоне в последние годы наблюдается снижение объемов производства и потребления всех видов стеновых материалов. Так, по оценкам ГС-Эксперт, производство керамических стеновых материалов (керамический кирпич и камень, клинкерный кирпич, крупноформатные поризованные блоки) в России ста-

бильно сокращается с 2015 г. В 2017 г. объем производства составил всего 5,94 млрд шт. усл. кирпича, что на 4,6% меньше, чем в 2016 г. По итогам 1-го полугодия текущего года выпуск керамических стеновых материалов снизился еще на 3,2% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года до 2,69 млрд шт. усл. кирпича. По объемам производства отрасль откатилась на 8 лет назад, примерно на уровень 2009–2010 гг. [2].

Некоторые надежды на оживление жилищного строительства, связанные с увеличением кредитования строительных организаций и выдачи ипотечных кредитов населению в 2016 г., не оправдались [3]. Производство всех видов стеновых материалов стабильно снижается. Производство силикатных стеновых материалов (силикатный кирпич, силикатные стеновые перегородки, крупно- и среднеформатные стеновые блоки) падает с 2015 г. За 2015–2017 гг. выпуск данной продукции сни-

Объемы ввода жилья в России за период 2010–6 месяцев 2018 г.

Таблица 1

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	6 мес 2018
ИЖС	25,5	26,8	28,4	30,7	36,2	35,2	31,8	33,0	15,3
% г/г	89,5	105,1	106	108,1	117,9	97,2	90,3	103,8	132,6
МКД	32,9	35,5	37,3	39,8	48	50,1	48,4	46,2	13,7
% г/г	104,8	107,9	105,1	106,7	120,6	104,4	96,6	95,5	83,5

Источник: Росстат, оценка ГС-Эксперт

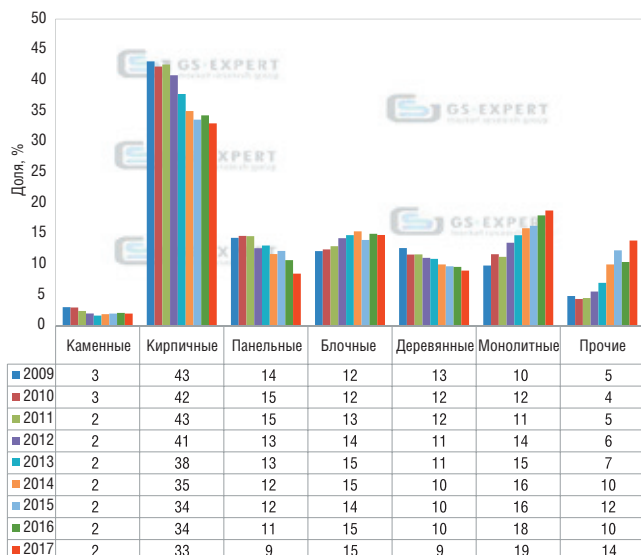


Рис. 1. Структура строительства жилых домов по материалам стен. Источник: Росстат, оценка ГС-Эксперт

зился в два раза по сравнению с уровнем 2014 г., до 1,9 млрд шт. усл. кирпича. По итогам 1-го полугодия 2018 г. падение объемов производства, по оценкам ГС-Эксперт, составило еще около 19%.

Также на протяжении 2015–2017 гг. наблюдалось снижение объемов выпуска блоков из автоклавного газобетона/газосиликата, который до 2015 г. был самым быстрорастущим сегментом среди стеновых материалов. По итогам 2017 г., по оценкам ГС-Эксперт, выпуск этой продукции снизился более чем на 10% по сравнению с уровнем 2014 г., до 11,7 млн м³. По итогам 6 месяцев 2018 г. спад производства составил не менее 4% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года.

Негативная динамика наблюдается и в производстве железобетонных изделий и конструкций.

Следует отметить, что снижению спроса на кирпич (как керамический, так и силикатный) в стране также способствовало изменение структуры применяемых для жилищного строительства стеновых материалов. За период с 2009 по 2017 гг., доля жилых домов с кирпичными стенами в общем объеме возводимого жилья снизилась на 10 процентных пунктов – до 33% (рис. 1).

При этом в сегменте строительства многоэтажного жилья доля зданий с кирпичными стенами в 2017 г. в

Таблица 2

ТОП-10 регионов по доле кирпичного домостроения

Регион	Доля кирпичных домов, %
Республика Северная Осетия-Алания	89,8
Республика Ингушетия	89,3
Республика Марий Эл	86,2
Амурская область	76,3
Чувашская Республика	76
Чеченская Республика	74,8
Республика Калмыкия	72,4
Республика Адыгея (Адыгея)	71,8
Республика Мордовия	71,1
Еврейская автономная область	68,1

Источник: Росстат, оценка ГС-Эксперт

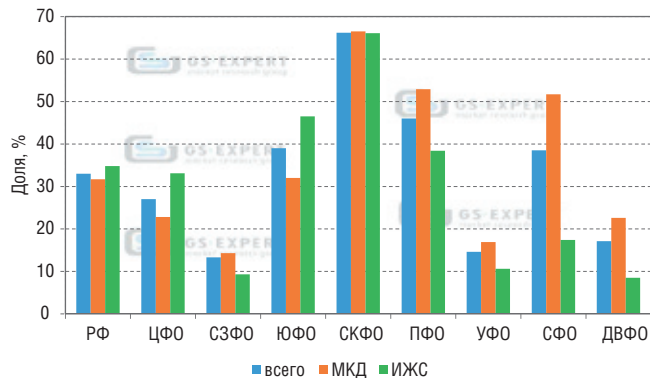


Рис. 2. Доля домов с кирпичными стенами в разрезе федеральных округов. Источник: Росстат, оценка ГС-Эксперт

целом по РФ составила 31,7%, а в сегменте индивидуального жилищного строительства – 34,8%.

Наиболее высокая доля жилых домов с кирпичными стенами традиционно приходится на долю Северо-Кавказского федерального округа. По итогам 2017 г. свыше 66% от общего объема ввода жилья в округе пришлось на здания с кирпичными стенами. На втором месте находится Приволжский федеральный округ – 46% от общего объема ввода жилья (рис. 2).

На большей части европейской части страны существенно преобладает применение кирпича в индивидуальном жилищном строительстве, в то время как в Уральском, Сибирском и Дальневосточном округах более высокая доля применения кирпича наблюдается в сегменте строительства многоквартирных жилых домов.

Среди отдельных регионов страны лидерами кирпичного домостроения в общем объеме ввода жилья стали республики Северная Осетия, Ингушетия и Марий Эл, в которых доля введенного жилья с кирпичными стенами превысила 86% (табл. 2). Минимальная доля жилых домов с кирпичными стенами отмечается в Севастополе, Республике Крым и Сахалинской области – менее 1% от общего объема ввода.

Если оценивать кирпичное домостроение по общему объему ввода жилья, то лидерами здесь будут Краснодарский край, Ростовская и Московская области. В каждом из этих регионов было введено свыше 1,3 млн м² кирпичных жилых домов (табл. 3).

Очевидно, что высокая доля строительства с кирпичными стенами наблюдается в регионах, где работают крупные производители керамических стеновых материалов. Также эти производители имеют возможность

Таблица 3

ТОП-10 регионов по объемам кирпичного домостроения

Регион	Ввод кирпичных домов, тыс. м ²
Краснодарский край	1 587
Ростовская область	1 481,3
Московская область	1 390,1
Республика Дагестан	1 278,7
Республика Башкортостан	1 182,1
Республика Татарстан	1 085,7
Самарская область	1 031,2
Новосибирская область	952,9
Чеченская Республика	800,1
Липецкая область	735,7

Источник: Росстат, оценка ГС-Эксперт

экспортировать продукцию за пределы своего региона, в том числе и на значительные расстояния.

В ближайшие годы на фоне нестабильного состояния строительства, связанного не только с общей экономической ситуацией, но и с существенными изменениями правовой базы, а также механизмов финансирования строительства ситуация для промышленности керамических стеновых материалов может осложниться субъективными проблемами. В первую очередь они связаны с отношением предприятий кирпичной промышленности к производствам I категории опасности, чрезмерным увлечением «зелеными» технологиями строительства, очередным этапом борьбы за экономию энергии посредством утепления ограждающих конструкций и другими экологическими затеями [4, 5].

Список литературы

1. Семёнов А.А. Строительство и промышленность строительных материалов в 2017 году. Краткосрочный прогноз // *Строительные материалы*. 2018. № 5. С. 4–8.
2. Семёнов А.А. Рынок керамических стеновых материалов: итоги 2014 и прогноз на 2015 год // *Строительные материалы*. 2015. № 4. С. 3–5.
3. Семёнов А.А. О текущей ситуации в производстве силикатных стеновых материалов в России // *Строительные материалы*. 2016. № 9. С. 4–5.
4. Дуденкова Г.Я., Токаева О.Н., Шербakov А.А., Докучаева Т.А., Попов А.А. Наилучшие доступные технологии – новация в техническом регулировании стройиндустрии // *Строительные материалы*. 2016. № 1–2. С. 7–13.
5. Кашина И.В., Левенко А.Д., Самойлова А.Ю. Проблема экологичности строительных материалов. Анализ жизненного цикла зданий и сооружений // *Строительство и техногенная безопасность*. 2017. № 8 (60). С. 7–13.

Кроме того, определенное давление на рынок стеновых материалов, особенно в сегменте малоэтажного строительства, начинает оказывать ставшее модным в последнее время модульное домостроение на основе модулей заводского изготовления из каркасно-обшивных конструкций. Таким образом, производителям керамического кирпича следует вести работу в традиционных направлениях, позитивно влияющих на конкурентную борьбу, – снижение производственной себестоимости, повышение качества продукции, расширение ассортимента и расширение сервисных услуг, а также искать новые маркетинговые идеи и приемы продвижения керамической продукции, которые позволят конкурировать с более дешевыми материалами для возведения стен малоэтажных и многоквартирных домов.

References

1. Semenov A.A. Construction and building materials industry in 2017. Short-term forecast. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 5, pp. 4–8. (In Russian).
2. Semyonov A.A. Ceramic Wall Materials Market: Results of 2014 and Forecast for 2015 *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 4, pp. 3–5. (In Russian).
3. Semyonov A.A. About current situation in production of silicate wall materials in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 9, pp. 4–5. (In Russian).
4. Dudenkova G.Ya., Tokaeva O.N., Shcherbakov A.A., Dokuchaeva T.A., Popov A.A. Best available technologies – innovation in technical regulation of building industry *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 1–2, pp. 7–13. (In Russian).
5. Kashina I.V., Levenko A.D., Samoilova A.Y. The problem of environmental building materials. Analysis of the life cycle of buildings and facilities. *Construction and industrial safety*. 2017. No. 8 (60), pp. 7–13. (In Russian).

Аккредитованный испытательный центр ООО «Акцепт» предоставляет комплексные услуги по исследованию сырья и внедрению выбранных рецептов в производство керамической продукции.

Испытательный центр ООО «Акцепт» создан на базе заводской лаборатории Ленинградского завода керамических изделий более 20 лет назад и все это время эффективно обслуживал предприятия керамической отрасли Северо-Запада России.

Сегодня это современная лаборатория, оснащенная новым оборудованием, на котором работают квалифицированные специалисты, не один год отдавшие вопросу изучения качественных характеристик строительных материалов и сырья. Одной из главных специализаций центра является работа с керамическими изделиями и глинами.

Сотрудники ИЦ ООО «Акцепт» имеют большой опыт производства строительных материалов, контроля их качества и эксплуатации технологического оборудования. Испытательный центр также готов предложить технологические и управленческие решения по организации вывода проекта на контрактные мощности.

20 лет успешной работы на кирпичных заводах России и признание российскими и европейскими партнерами высокой компетенции сотрудников Центра в наладке режимов работы оборудования по подготовке сырья, его формовки, сушки и обжигу, а также услуги по реализации готовой продукции дают право ИЦ ООО «Акцепт» братья за задачи любой сложности.

Приглашаем кирпичные заводы России и СНГ к сотрудничеству!



Ленинградская обл., Кировский р-н, г. Отрадное,
Никольское шоссе, д. 2, корп. 3, пом. 11-Н
+7 (921) 740-85-84 +7 (921) 921-92-29
www.accept-lab.ru

В.А. ГУРЬЕВА, д-р техн. наук (victoria-gurieva@rambler.ru),
А.В. ДОРОШИН, инженер, В.В. ДУБИНЕЦКИЙ, инженер

Оренбургский государственный университет (460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13)

Исследование влияния модифицирующих добавок на морозостойкость и свойства керамики

Представлены результаты получения морозостойкой стеновой керамики из низкокачественного легкоплавкого алюмосиликатного глинистого сырья – суглинки с вовлечением в производство топливного шлака от 10–30% методом полусухого прессования. Приведены результаты физико-химических исследований опытных материалов – суглинков Бугурусланского и Новосергиевского месторождений, топливного шлака. Определен состав шихты для разработки керамических изделий. Выявлена целесообразность ввода добавки тарного стекла в виде стеклобоя в количестве 10%. Композиция добавок топливного шлака и стеклобоя к суглинку в условиях пирогенного синтеза способствует снижению температуры начала образования жидкой фазы, увеличению количества расплава и образованию новых кристаллических фаз анортито- и волластанитоподобных, принимающих участие в формировании мелкопористой структуры керамического материала. Данные процессы структуро- и фазообразования позволяют получить керамику повышенной морозостойкости.

Ключевые слова: алюмосиликатное сырье, суглинок, топливный шлак, метод полусухого прессования, керамический кирпич, тарное стекло, морозостойкость.

Для цитирования: Гурьева В.А., Дорошин А.В., Дубинецкий В.В. Исследование влияния модифицирующих добавок на морозостойкость и свойства керамики // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 52–56. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-52-56>

V.A. GUR'eva, Doctor of Sciences (Engineering), (victoria-gurieva@rambler.ru), A.V. DOROSHIN, Engineer, V.V. DUBINETSKIY, Engineer
Orenburg State University (13, Avenue Pobedi, Orenburg, 460018, Russian Federation)

Research in Influence of Modifying Additives on Frost Resistance and Properties of Ceramics

Results of producing the frost resistance wall ceramic from a low-quality aluminosilicate clay raw material – loam, with involvement in the production of from 10–30% of fuel slag by semi-dry pressing are presented. The results of studies of experimental materials – loams of Buguruslan and Novosergiev deposits, fuel slag are presented. The composition of the charge for the development of ceramic products is determined. The expediency of the addition of container glass in the form of glass cullet in the amount of 10% is revealed. The composition of additives of fuel slag and glass cullet to loam under conditions of pyrogenic synthesis helps to reduce the temperature of the beginning of formation of a liquid phase, increase the amount of melt and the formation of new anortite – and wollastonite-like crystalline phases, taking part in the formation of the fine-porous structure of the ceramic material. These processes of structure and phase formation make it possible to produce the ceramic of improved frost resistance.

Keywords: aluminosilicate raw material, loam, fuel slag, semi-dry pressing method, ceramic brick, container glass, frost resistance.

For citation: Gur'eva V.A., Doroshin A.V., Dubinetskiy V.V. Research in influence of modifying additives on frost resistance and properties of ceramics. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 52–56. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-52-56> (In Russian).

До настоящего времени одним из наиболее долговечных материалов со сроком эксплуатации более 150 лет, который одновременно усиливает архитектурную выразительность зданий [1], является керамический кирпич. Надежность возведенных стен сооружений определяется комплексом физико-механических показателей данного вида стенового материала и напрямую зависит от вида исходного сырья. Вместе с тем природные ресурсы различных субъектов РФ, производящих изделия строительной керамики, характеризуются истощением запасов качественных глин на кирпичных карьерах. Это приводит к необходимости вовлечения в производство широко распространенного местного низкосортного глинистого сырья, минералогический и вещественный составы которого нестабильны. Однако применение такого сырья, как правило, не позволяет получить местным заводам кирпич высокой марки по прочности и морозостойкости и приводит к неконкурентоспособности выпускаемой продукции. Предприятия, работающие с такой сырьевой базой, как правило, переходят на другие месторождения сырья, что неизбежно приводит к увеличению транспортных расходов, себестоимости кирпича, глубокой модернизации заводов.

В связи с вышеизложенным одним из перспективных направлений в разработке энергоэффективного производства керамических изделий является исследование новых научно обоснованных технологических

основ использования низкокачественных местных глин в композиции с модифицирующей добавкой в виде вторичных отходов, в том числе топливно-энергетического комплекса. Это позволит улучшить внешний вид, качественные показатели штучных изделий.

Цель работы – повышение плотности структуры керамического кирпича и увеличение марки по морозостойкости на основе местных малопластичных низкокачественных легкоплавких глин.

В настоящее время в технологии стеновых керамических материалов применяются различные способы повышения морозостойкости [2, 3]:

– добавление в формовочные массы высококачественных каолиновых глин. Каолиновые глины характеризуются высоким содержанием глинистых частиц, способствующих увеличению смачивания сырья и снижению температуры спекания за счет замещения ионов кремния;

– ввод отходов деревоперерабатывающей промышленности – опилок.

Технология с применением опилок позволяет увеличить морозостойкость на 5–10%, что является недостаточным. Также этот способ не всегда приводит к положительному эффекту в связи с высокой стоимостью производства древесных опилок либо отсутствием большого количества их запасов. Следует отметить, что добавление опилок при производстве керамических сте-



Рис. 1. Внешний вид исследуемого сырья: а – глина Бугурусланского месторождения; б – глина Новосергиевского месторождения; в – топливный шлак

Таблица 1

Сырье	Содержание оксидов, %										
	H ₂ O	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	ППП	Σ
Суглинок новосергиевский	3,02	59,91	0,71	9,3	4,48	1,44	1,81	3,09	7,07	8,9	96,71
Суглинок бугурусланский	2,89	56,25	0,67	9,48	4,25	1,4	1,61	2,78	8,5	10,01	94,95
Топливный шлак	2,97	29,28	0,48	8,66	3,65	0,31	0,94	1,24	3,75	44,45	92,76

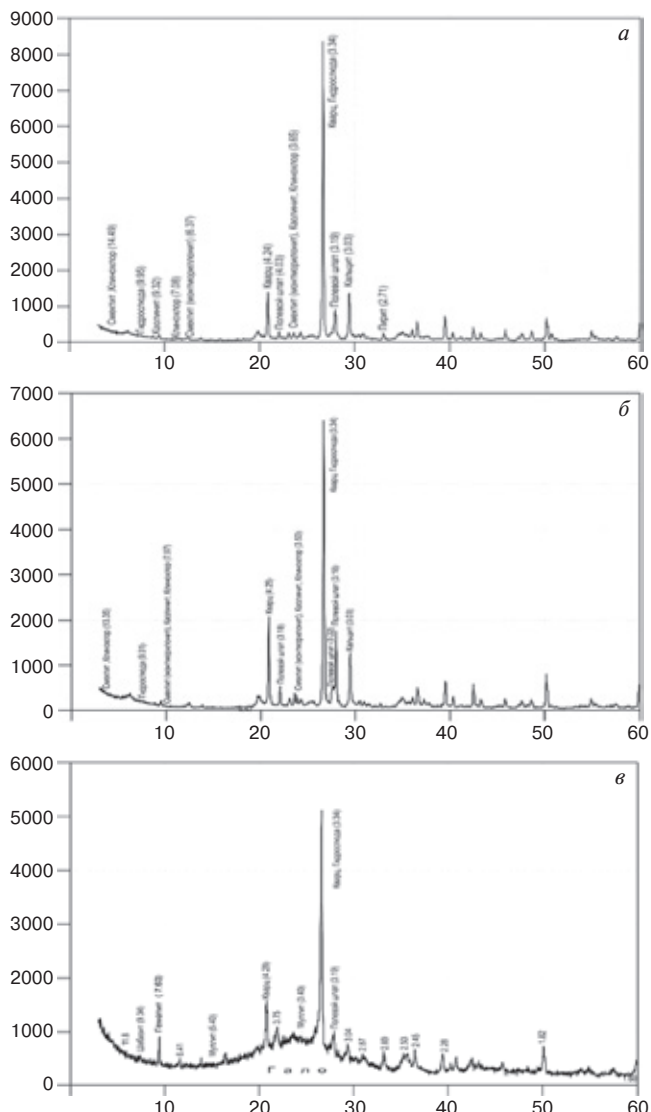


Рис. 2. Рентгенограмма образцов: а – глина Бугурусланского месторождения; б – глина Новосергиевского месторождения; в – топливный шлак

новых материалов вызывает образование пор на поверхности черепка, что приводит к неэстетическому внешнему виду [4, 5].

На первом этапе проводилось углубленное изучение местного низкокачественного глинистого сырья и техногенных отходов, способных влиять на увеличение прочностных характеристик, морозостойкость керамического черепка. Объектом исследований принято глинистое сырье существующих кирпичных заводов Южного Урала, работающих на применении глин Бугурусланского и Новосергиевского месторождений Оренбургской области, а также техногенный продукт топливно-энергетического комплекса региона – топливный шлак.

Исследуемое сырье представлено на рис. 1. Химический состав глинистого сырья и шлака представлен в табл. 1.

Минералогический состав (табл. 2) глинистого сырья исследуемых месторождений (мас. %) свидетельствует о низком содержании глинистых веществ, определяющих состояние и основные технологические свойства глинистых сырьевых материалов – пластичность, отношение к увлажнению и нагреванию, прочность в высушенном и обожженном состоянии [6].

Для подтверждения данных минерального состава глинистых пород выполнен рентгенофазовый анализ (рис. 2).

По данным рентгенофазового анализа (рис. 2, а, б) исследуемые глины представлены в основном минералами гидрослюдистой группы – иллитом (K_{0,7}Al₂(Si,Al)₄O₁₀(OH)₂) и хлоритом ((Mg,Fe)₃(Si,Al)₄O₁₀(OH)₂·(Mg,Fe)₃(OH)₆); отмечены следы глинистых минералов каолинитовой (Al₄(OH)₈(Si₄O₁₀)) и монтмориллонитовой групп (Na_{0,3}(Al,Mg)₂Si₄O₁₀(OH)₂·4H₂O). В неглинистой части идентифицированы свободный кварц SiO₂, полевые шпаты в виде альбита NaAlSi₃O₈ и ортоклаза K(AlSi₃O₈), а также кальцит CaCO₃, доломит CaMg_{0,77}Fe_{0,23}(CO₃)₂ и микропримеси гипса Ca(SO₄)(H₂O)₂, ангидрита Ca(SO₄), пирита FeS₂, и ильменита FeTiO₃.

В ходе изучения глин опытных месторождений установлено, что глинистое сырье характеризуется низкой огнеупорностью и относится к группе легкоплавких (температура плавления 1150–1170°C), по минералогии

Таблица 2

Сырье	Хлорит (вермикулит)	Смешанослойное образование	Иллит	Мусковит	Монтмориллонит	Каолинит
Суглинок новосергиевский	17,3	18,2	3	–	22,9	25
Суглинок бугурусланский	23,1	19,9	2,2	15,5	17,3	22

Таблица 3

Состав, %	Огневая усадка, %	Средняя плотность ρ_m , г/см ³	Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, МПа	Водопоглощение, %
Эталонные образцы				
Глина, 100	-0,6	1,77	15,85	17,39
	0,2	1,74	16,79	17,58
Без стеклобоя				
Глина, 90 Шлак, 10	0,99	1,6	11,22	15,72
	0,2	1,61	11,49	15,76
Глина, 80 Шлак, 20	0,4	1,49	5,96	23,23
	0,4	1,51	7,13	20,37
Глина, 70 Шлак, 30	0,79	1,38	7,89	26,03
	0	1,36	9,21	27,1
Со стеклобоем				
Глина, 80 Шлак, 10 Стеклобой, 10	3,36	1,84	20,65	13,21
	0,4	1,79	18,11	13,02
Глина, 70 Шлак, 20 Стеклобой, 10	-0,39	1,52	9,81	22,15
	0,6	1,55	9,93	19,16
Глина, 60 Шлак, 30 Стеклобой, 10	-3,35	1,32	4,33	29,61
	0,2	1,41	4,37	24,24

Примечание. Над чертой – значения для Бугурусланского месторождения глин; под чертой – для глин Новосергиевского месторождения. При отрицательных значениях усадки образец вспучивается.

ческому составу глинистых частиц – к полиминеральным с включением кварцевых частиц (более 50%); по химическому составу – к группе кислого глинистого сырья с высоким содержанием красящих оксидов; в зависимости от содержания пылевидных фракций, песка и глинистых частиц – к суглинкам легким.

Топливный шлак представляет собой плотные темные гранулы черного, бурого цвета (рис. 1, в) размерами от 0,15 до 15–20 мм, образованные в ходе сгорания каменного угля при температуре 1200°C и выше в окислительной газовой среде ТЭС. Анализируя химический состав топливного шлака, можно сделать вывод о его принадлежности к алюмосиликатному сырью с включениями органических примесей. По данным петрографического анализа, проведенного с применением ми-

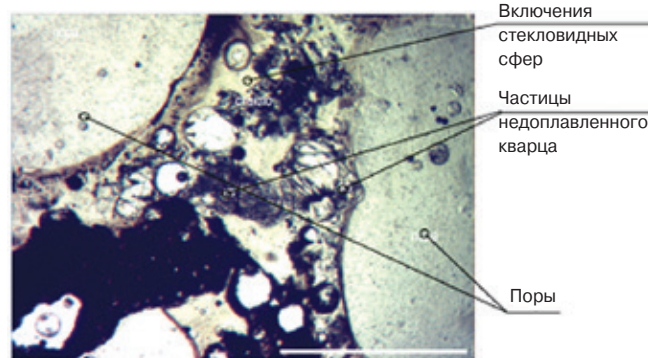


Рис. 3. Электронно-микроскопическая фотография шлака

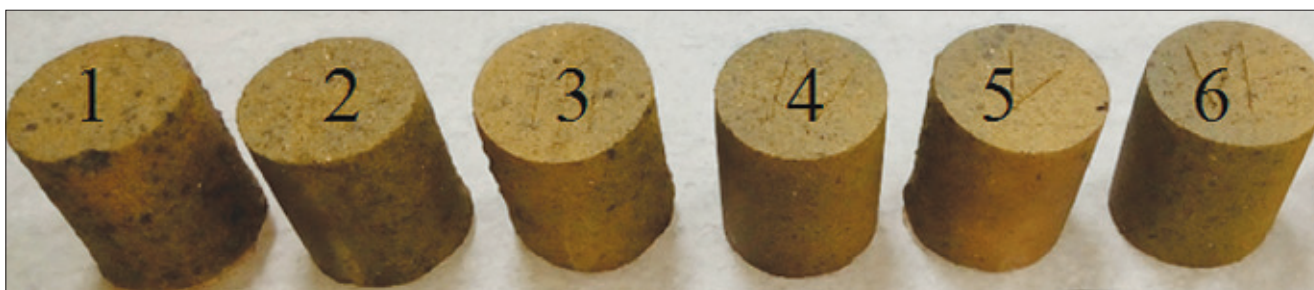


Рис. 4. Обожженные образцы на основе глины Бугурусланского месторождения: 1 – шлак 30%; 2 – шлак 20%; 3 – шлак 10%; 4 – шлак 30%, стеклобой 10%; 5 – шлак 20%, стеклобой 10%; 6 – шлак 10%, стеклобой 10%

кроскопа, установлено присутствие в шлаке полых стекловидных микросфер в количестве 12%.

Структура топливного шлака представляет собой стекловатый агрегат с аморфной решеткой, о чем свидетельствует обширное гало в области углов $18-32^\circ 2\theta$ на дифрактограмме (рис. 2, в), с недоплавленными включениями минералов (кварц, альбит, кальцит, гипс), что подтверждается резкими пиками отражений на фоне гало. Новообразованные минералы в шлаке, полученные в результате нагрева, представлены группой цеолитов – муллитом, гематитом, шабазитом.

Для изучения микроструктуры шлака были сделаны электронно-микроскопические снимки шлифов размером 2 см^2 и толщиной $0,03 \text{ мм}$ на поляризационном микроскопе (рис. 3), на которых видны включения стекловидных сфер, поры и частицы недоплавленного кварца.

На следующем этапе изготавливались опытные образцы. Составы формовочных масс представлены в табл. 3. Так как глинистое сырье характеризуется низким содержанием собственно глинистых частиц (не более 50%), а следовательно, низкой пластичностью, формование образцов выполнялось по стандартной технологии полусухого формования. Основные технологические параметры: формовочная влажность пресс-порошка – 15%; давление прессования – 15 МПа; температура обжига образцов – 1100°C .

По представленным в табл. 3 результатам испытаний можно заключить, что при введении шлака в количестве 10% к опытным суглинкам отмечалось снижение водопоглощения образцов после обжига с 17,4 до 15,7%; при увеличении количества шлака до 20–30% фиксировалось увеличение водопоглощения с 15,7 до 27%. Аналогично отмечается динамика изменения предела прочности при сжатии и плотности образцов соответствующих составов. Снижение физико-механических показателей при вводе шлака в количестве 20–30%, по данным РФА, связано с образованием недостаточного для пирогенного синтеза количества жидкой фазы. Поэтому было принято решение о выключении в состав шихты дополнительного компонента – инициатора снижения температуры и способствующего увеличению количества жидкой фазы. В качестве плавня принято широко распространенное тарное стекло в виде стеклобоя в количестве 10%. По данным РФА, ввод стеклобоя способствовал также образованию новых кристаллических фаз из расплавов анортито- и волластонитоподобных, что согласуется с [5, 6].

Обожженные образцы на основе глины Бугурусланского месторождения и топливного шлака представлены на рис. 4.

Сравнивая по внешнему виду керамические образцы, содержащие 10% шлака (образцы 3, 6) и содержа-

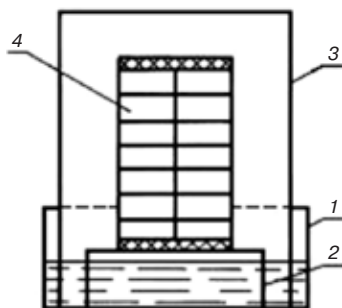


Рис. 5. Ванна с гидравлическим затвором: 1 – сосуд-основание с водой; 2 – подставка для укладки образцов; 3 – колпак; 4 – контейнер с образцами изделий

щие 20 и 30% соответственно (образцы 1, 2, 4, 5), следует отметить уменьшение количества пор на поверхности керамического черепка, что согласуется с увеличением предела прочности образцов с 11,22 до 20,65 МПа.

В образцах, разработанных на основе трехкомпонентной массы, с вводом дополнительного количества плавня увеличилось процентное содержание стекловидных фаз на 10%, что позволило ускорить процесс спекания образцов с последующим понижением температуры обжига на 50°C до 1050°C .

На следующем этапе исследований на образцах оптимального состава проводилось определение морозостойкости по методу объемного замораживания согласно ГОСТ 7025–91.

Отформованные образцы сортировались. Откалиброванные образцы высушивались до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре $100-110^\circ\text{C}$ и помещались в ванну с гидравлическим затвором (рис. 5) для насыщения влагой, после чего погружались в морозильную камеру с внутренней температурой -15°C и выдерживались в течение 4 ч.

После окончания замораживания образцы в контейнерах погружались полностью в емкость с водой температурой $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, которая поддерживалась термостатом до конца оттаивания образцов. Проведя нужное количество циклов замораживания и оттаивания, образцы извлекались, высушивались и проводился визуальный осмотр с фиксацией появившихся дефектов (рис. 6).

В образцах с содержанием топливного шлака от 10–30% (№ 1–3) после 22 циклов замораживания наблюдалось раскрытие трещин до 1,5 мм, глубиной проникновения внутрь до 5 мм, с образованием сколов на внешних гранях. Образцы с добавлением 10% стеклобоя (№ 4–6) выдержали 35 циклов последовательного замораживания и оттаивания без видимых дефектов – трещин на поверхности, что позволило продолжить эксперимент и добиться марки по морозостойкости F50.

Таким образом, ввод плавня в массу на основе суглинка и 10% топливного шлака позволяет не только увеличить предел прочности при сжатии и плотность синтезированного материала, но и способствует формированию мелкопористой структуры, уплотненной новообразованиями типа анортито- и волластонитоподобных. Полученные результаты согласуются с работами ученых [7–10] и позволяют сделать вывод о пригодности низкокачественных запесоченных глин Южного Урала – суглинков легких для производства керамического кирпича марки по морозостойкости F50 с добавлением модифицирующей добавки топливно-энергетического комплекса в композиции с добавкой-плавнем.

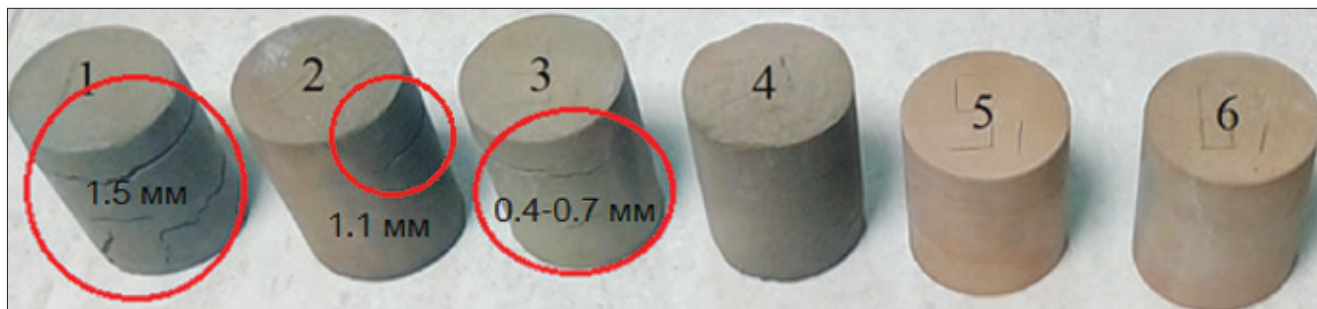


Рис. 6. Образцы после 35 циклов замораживания и оттаивания



Список литературы

1. Наумов А.А., Юндин А.Н. Повышение морозостойкости керамического черепка из глинистого сырья Шахтинского завода // *Материалы международной научно-практической конференции «Строительство-2012»*. Ростов н/Д, 2012. С. 46–47.
2. Котляр В.Д., Терехина Ю.В., Котляр А.В. Особенности свойств, применение и требования к клинкерному кирпичу // *Строительные материалы*. 2015. № 4. С. 72–74.
3. Наумов А.А., Трищенко И.В., Гуров Н.Г. К вопросу улучшения качества и расширения ассортимента керамического кирпича для действующих заводов полусухого прессования // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 17–19.
4. Кудряков А.И., Радина Т.Н., Иванов М.Ю. Зернистый теплоизоляционный материал на основе жидкого стекла из микрокремнезема и золы-уноса // *Строительные ведомости*. 2006. № 2 (32). С. 19–21.
5. Брук Р.И. Принципы производства керамики с улучшенными химическими характеристиками // *British Ceramic Society*. 1982. № 32.
6. Августиник А.И. Керамика. Л.: Стройиздат, 1975. 592 с.
7. Столбоушкин А.Ю., Иванов А.И., Стороженко Г.И., Уразов С.И. Получение морозостойкого керамического кирпича полусухого прессования из промышленных отходов // *Строительные материалы*. 2011. № 12. С. 4–7.
8. Брилинг Р.Е. Исследование морозостойкости строительных материалов в наружных ограждениях // *Исследования по строительной физике: Сборник статей*. М.; Л.: Стройиздат, 1951. Вып. 4.
9. Контс П.Р. Исследование морозостойкости автоклавных сланцево-бетонных бетонов в зависимости от пористой структуры. Дис... канд. техн. наук. Таллин, 1980. 171 с.
10. Славчева Г.С. Структурные факторы обеспечения морозостойкости цементных пенобетонов // *Строительные материалы*. 2015. № 9. С. 53–56.

References

1. Naumov A.A., Yundin A.N. Increase of frost resistance of ceramic shard from clay raw materials of Shakhty plant. *Materials of international scientific and practical conference "Construction-2012"*. Rostov-on-Don. 2012, pp. 46–47. (In Russian).
2. Kotlyar V.D., Terekhina Yu.V., Kotlyar A.V. Features of Properties, application and requirements for clinker brick. *Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]*. 2015. No. 4, pp. 72–74. (In Russian).
3. Naumov A.A., Trishchenko I.V., Gurov N.G. On the issue of improving quality and diversification of ceramic brick for operating factories of semi-dry pressing. *Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]*. 2014. No. 4, pp. 17–19. (In Russian).
4. Kudyakov A.I., Radina T.N., Ivanov M.YU. Granular heat-insulating material based on liquid glass from microsilica and fly ash. *Stroitelnye vedomosti*. 2006. No. 2 (32), pp. 19–21. (In Russian).
5. Brook R.I. Principles for the production of ceramics with improved chemical characteristics. *British Ceramic Society*. 1982. No. 32.
6. Avgustinik A.I., Keramika [Ceramics]. Leningrad: Stroyizdat. 1975. 592 p. (In Russian).
7. Stolboushkin A.Yu., Ivanov A.I., Storozhenko G.I., Urazov S.I. Production of frost-resistant ceramic brick of semi-dry pressing from industrial waste *Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]*. 2011. No. 12, pp. 4–7. (In Russian).
8. Briling R.E. Investigation of the frost resistance of building materials in external fences. *Studies in building physics: Collected papers*. M-L.: Stroyizdat. 1951. Vol. 4. (In Russian).
9. Konts P.R. Investigation of the frost resistance of autoclaved shale-cured concrete depending on the porous structure. Cand. Diss. (Engineering). Tallin. 1980. 171 p. (In Estonia).
10. Slavcheva G.S. Structural factors ensuring the frost resistance of cement foam concretes. *Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]*. 2015. No. 9, pp. 53–56. (In Russian).

МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА

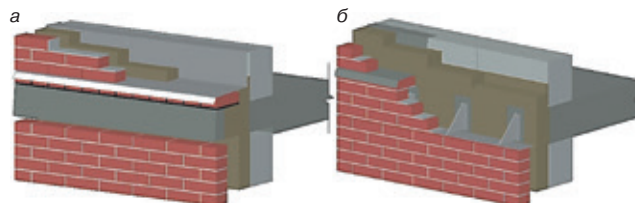
К вопросу нормирования конструкций наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки

Проектирование каменных конструкций, в том числе наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки, производится в соответствии с СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». В развитие этого СП разработан СП 327.13255800.2017 «Стены наружные с лицевым кирпичным слоем. Правила проектирования, эксплуатации и ремонта». Опираение кладки лицевого слоя в этих документах допускается как на плиты перекрытий, железобетонные консоли, так и на стальные элементы (кронштейны) заводского изготовления (см. рисунок).

В настоящее время толщина кладки лицевого слоя, крепящегося к внутреннему слою гибкими связями, допускается не менее 12 см. Назрела необходимость включения в эти документы конструкций с толщиной кладки лицевого слоя от 9 см и более.

Применение в трехслойных стенах в качестве облицовочного слоя кладки меньшей толщины должно быть отнесено к компетенции вентилируемых фасадов, предусматривающих различные виды фахверка для обеспечения устойчивости кладки лицевого слоя. Двухслойные стены без воздушной прослойки между слоями должны проектироваться в соответствии с СП 15.13330.2012 и СП 327.13255800.2017 с внесением в них соответствующих указаний.

Препятствием к включению в СП 15.13330.2012 и СП 327.13255800.2017 конструкций наружных стен с ли-



Опираение кладки лицевого слоя: а – на плиту перекрытия; б – на стальные кронштейны

цевым слоем кладки толщиной менее 12 см служит отсутствие комплексных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований двух- и трехслойных стен с гибкими связями с опиранием кладки лицевого слоя на плиты перекрытий и стальные кронштейны на различные виды воздействий (ветровую нагрузку, температурно-влажностные деформации и др.).

С учетом вышеперечисленного представляется несвоевременным разработка каких-либо других нормативных документов, регламентирующих наружные стены с лицевым слоем из кирпичной кладки, и использования терминологии «тяжелый вентфасад» и т. п.

М.К. ИЩУК, канд. техн. наук, зав. лабораторией ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Санкт-Петербург 10–12 октября

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ
В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
FIBROMIX 2018**



ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ:

8–9 октября

Курсы повышения квалификации для специалистов строительного комплекса «СОВРЕМЕННЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ». Аудиторные занятия с 10:00 до 18:00

10 октября

СЕКЦИЯ 1.
Композиционные материалы — основа современного строительного материаловедения

11 октября

СЕКЦИЯ 2.
Математическое моделирование и развитие методов расчета строительных конструкций зданий и сооружений

12 октября

СЕКЦИЯ 3.
Строительные конструкции и технологии с применением современных композиционных материалов

13 октября

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ЭКСПУРСИОННАЯ ПРОГРАММА
для желающих:
«Жемчужное ожерелье Петербурга» — экскурсия по восхитительным паркам и архитектурным ансамблям, опоясывающих Северную столицу

**Санкт-Петербург, 10–12 октября 2018 г.
СПбГАСУ (2-я Красноармейская ул., д. 4)**



**Подробная информация о конференции: www.baltimix.ru/fibromix
тел.: +7 (812) 703-10-19, email: msuslova@baltimix.ru, ebelyaev@baltimix.ru**

Б.В. ТАЛПА, канд. геол.-мин. наук (talpabv@gmail.com)

Южный федеральный университет (344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42)

Техногенные ресурсы угольного ряда Восточного Донбасса и перспективы их использования в керамической промышленности

Показана высокая перспективность вовлечения техногенных ресурсов угольного ряда для производства различных изделий строительной керамики. Представлены условия их формирования и связанные с этим особенности промышленного использования в качестве керамического сырья. Техногенные месторождения угольного ряда по технико-экономическим и экологическим показателям имеют ряд преимуществ по сравнению с природными месторождениями аналогичного сырья. Одним из вариантов решения проблемы утилизации отходов добычи и обогащения углей, складированных в огромных количествах (300–400 млн т) в угледобывающих районах Восточного Донбасса в терриконах, является их использование в качестве техногенного глинистого камнеподобного сырья для получения высокопрочного строительного и клинкерного кирпича; реальное использование в настоящее время составляет 5–10%. Однако минеральный состав материала терриконов зависит от системы вскрытия угольных месторождений и вида формирования отвалов. Описана специфика вскрытия угольного пласта в Донбассе, обуславливающая формирование трех основных видов отвалов: горелые отвалы горных выработок в пределах шахтного поля; отвалы комбинированного вскрытия; негорелые отсортированные отвалы. Установлено, что последние наиболее перспективны для керамической промышленности. Исследования показали, что породы, слагающие техногенные месторождения угольного ряда, относятся к экологически неопасному минеральному сырью, отвечают требованиям СанПиН и могут быть использованы без ограничений.

Ключевые слова: энергосбережение, ресурсосбережение, утилизация отходов, строительная керамика, кирпич керамический, минеральные ресурсы, глинистое сырье, отходы угольной промышленности.

Для цитирования: Талпа Б.В. Техногенные ресурсы угольного ряда Восточного Донбасса и перспективы их использования в керамической промышленности // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 58–61. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-58-61>

B.V. TALPA, Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy) (talpabv@gmail.com)

Southern Federal University (105/42, Bolshaya Sadovaya Street, Rostov-on-Don, 344006, Russian Federation)

Anthropogenic Resources of Carbon Series of Eastern Donbass and Prospects of Their Use in Ceramic Industry

High prospects of involvement of anthropogenic resources of the carbon series for production of various products of building ceramics are shown. The conditions of their formation and related features of industrial use as ceramic raw materials are presented. Anthropogenic coal deposits, according to technical, economic and environmental indicators, have a number of advantages over natural deposits of similar raw materials. One of the solutions to the problem of utilization of mining waste, and enrichment of coal stored in huge quantities (300–400 million tons) in the coal-mining areas of Eastern Donbass in waste piles, is their use as an anthropogenic clay stone-like raw material for producing high-strength construction and clinker bricks, the actual use is currently 5–10%. However, the mineral composition of the waste pile material depends on the system of opening of coal deposits and the type of formation of dumps. The specific character of the coal bed uncovering in Donbass, determining the formation of three main types of dumps: combustible dumps of mine workings in the mine field; dumps of combined uncovering; unburned sorted dumps, is described. It is established that the latter are the most promising for the ceramic industry. Studies show that the rocks, composing anthropogenic deposits of the carbon range, are not environmentally hazardous mineral raw materials, meet the requirements of SanPiN and can be used without restrictions.

Keywords: energy saving, waste utilization, building ceramics, ceramic brick, mineral resources, clayey raw materials, waste of coal mining industry.

For citation: Talpa B.V. Anthropogenic resources of carbon series of Eastern Donbass and prospects of their use in ceramic industry. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 58–61. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-58-61> (In Russian).

Развитие действующих предприятий керамической промышленности и рациональное размещение новых обуславливает необходимость комплексной оценки состояния сырьевой базы, геологических, горнотехнических, экономических, экологических и других условий всего региона с обязательным использованием новых современных технологий переработки сырьевых материалов и вовлечением нетрадиционных видов минерального сырья, включая техногенное.

Нашими исследованиями ранее было установлено, что для развития керамической промышленности на Юге России перспективным сырьем являются аргиллитоподобные глины, широко распространенные в Восточном Донбассе [1–3]. Для дальнейшего использования необходимо выделить земельные участки и исключить их из сельхозоборота, произвести геологическую разведку, подсчитать и утвердить запасы сырья. В то же время на исследованной территории имеются огромные ресурсы техногенного глинистого сырья, об-



Рис. 1. Отвалы углеобогащательной фабрики, Ростовская область



Рис. 2. Негорелые отсортированные шахтные отвалы, Ростовская область

разовавшиеся при добыче и обогащении каменного угля (рис. 1).

К техногенным ресурсам угольного ряда относятся геологические тела на земной поверхности, сформированные в процессе добычи и переработки угля. После проведения геолого-разведочных работ, определения качественных характеристик сырья, подсчета и утверждения запасов эти рукотворные формирования можно отнести к техногенным месторождениям (полезному ископаемому). Техногенные месторождения, особенно угольного ряда, по своим технико-экономическим и экологическим показателям имеют ряд преимуществ по сравнению с природными месторождениями аналогичного сырья [4–7]. Эти объекты имеют первичную проектную и эксплуатационную документацию, данные по объемам, качеству складированного сырья, уже доставлены на поверхность земли, где имеется развитая сеть дорог, энергетических сетей, работают квалифицированные специалисты горнодобывающих и перерабатывающих специальностей, налажена сеть учебных заведений в данном направлении.

В результате деятельности угольной промышленности Восточного Донбасса сформировано значительное количество техногенных образований в виде отвалов углевещающих пород (терриконы), которые являются причиной загрязнения почв и вод, увеличивают пыле-



Рис. 3. Негорелые отсортированные отвалы, Ростовская область

вую нагрузку на окружающую среду и изъятия дорогостоящих земель из сельскохозяйственного оборота. Общая площадь занимаемых ими земель составляет около 1000 га. На территории Восточного Донбасса находится 147 негорящих, 130 горящих и 100 перегоревших отвалов. Общее количество техногенных ресурсов угольного ряда, накопленных на территории области, по разным оценкам, составляет от 300 до 400 млн т (рис. 2).

Отвальные глинистые породы могут применяться в качестве сырья для различных отраслей промышленности. Однако реальное их использование составляет 5–10%. Это связано с проблемами формирования отвалов, которое осуществляется без учета возможности их дальнейшей переработки. Бессистемное складирование с перемешиванием горных пород различных типов впоследствии приводит к значительному росту издержек на их переработку.

Одним из вариантов решения проблемы утилизации отходов добычи и обогащения углей, складированных в огромных количествах в угледобывающих районах Восточного Донбасса в террикониках, является всестороннее их использование в качестве сырья для получения высокопрочного строительного и клинкерного кирпича [8–11].

Результаты исследований показали, что минералогический состав техногенных образований существенно влияет на свойства получаемых материалов, в первую очередь на прочность и внешний вид, а минеральный состав материала терриконов зависит от системы вскрытия угольных месторождений и вида формирования отвалов.

Для вскрытия угольного пласта в Донбассе имеется своя специфика, сложившаяся за полтора столетия. В связи с этими методами добычи и переработки породной массы и угля формируются три основных вида отвалов.

1. Отвалы горных выработок в пределах шахтного поля, наклонные и горизонтальные подготовительные горные выработки, проходящие по породам различного литологического состава (песчаники, алевролиты, аргиллитоподобные глинистые породы и собственно угли высокой степени метаморфизации). Отвалы плохо отсортированы, содержат большое количество угля, в том числе и пылевидного. Частицы угля распределены равномерно по всему телу отвала, поэтому они обладают способностью к самовозгоранию. Такие отвалы горят по несколько десятков лет, и все осадочные породы, слагающие эти терриконы, претерпевают термодеструкцию (изменение технологических свойств горных пород в процессе горения террикона), вплоть до плавления во внутренней части, и теряют первичные свойства, но приобретают новые качественные показатели и потребительские свойства.

2. При вскрытии месторождений угля комбинированным способом в начальной стадии формирования отвала в горной массе отсутствуют угли. Поэтому отва-



Рис. 4. Сухие отвалы углеобогащительной фабрики, Ростовская область

лы комбинированного вскрытия месторождения на ранней стадии формирования не возгораются и горные породы, слагающие его центральную часть, не горят и сохраняют природные технологические свойства. На поздних этапах их формирования в отвал поступают по-

Список литературы

1. Талпа Б.В., Котляр А.В. Камневидные глинистые породы Восточного Донбасса – перспективное сырье для производства стеновой керамики // *Актуальные проблемы наук о Земле. Сборник трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием; Южный федеральный университет*. Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета: 2015. С. 49–51.
2. Талпа Б.В., Котляр А.В. Особенности аргиллитоподобных глин Юга России как сырья для производства клинкерного кирпича. *Актуальные проблемы наук о Земле. Сборник трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием; Южный федеральный университет*. Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета: 2015. С. 51–53.
3. Талпа Б.В., Котляр А.В., Терехина Ю.В. Минералогическо-технологические особенности литифицированных глинистых пород и перспективы их использования в

роды, содержащие большое количество углистого вещества, что создает благоприятные условия для возгорания, длительного горения и термодеструкции осадочных пород. Эти терриконы имеют двухслойное строение.

3. Отвалы, сформированные за счет материала, образующегося при проходке вертикальных стволов, в том числе вентиляционных. Их проходка осуществляется в горных породах с низким коэффициентом угленосности (рис. 3).

К этой группе относятся и сухие отвалы углеобогащительных фабрик. Материал, слагающий тело таких отвалов, состоит преимущественно из аргиллитоподобных глинистых пород, выдержан по составу и имеет низкое содержание углистого вещества. Последний факт не создает благоприятных условий для горения в процессе складирования. Кроме того, при длительном хранении аргиллитоподобные глины подвергаются климатическому воздействию (вылеживанию), что способствует улучшению их технологических свойств. Именно эти техногенные образования являются наиболее перспективными для керамической промышленности (рис. 4).

По результатам рентгеновских дифрактометрических исследований техногенных аргиллитоподобных глин с определением количественных характеристик глинистых минералов групп каолинита–гидрослюд–монтмориллониты–хлориты было установлено их соотношение: гидрослюды типа иллита (55–75%), каолинит (8–20%) и хлорит (8–15%). Монтмориллонит (сметтит) в исследованных аргиллитоподобных глинах отсутствует. Этот минералогический состав аналогичен с изученными нами ранее коренными аргиллитоподобными глинами [3]. По химическому составу они относятся к сырью полуокислему с высоким содержанием красящих оксидов, характеризуются отсутствием крупнозернистых, карбонатных и гипсовых включений, высоким содержанием $C_{орг}$.

Исследованные глинистые породы, слагающие техногенные месторождения угольного ряда, относятся к экологически неопасному минеральному сырью (содержание естественных радионуклидов: удельная активность, Бк/кг Ra-226 56–59,7; Th-232 28,1–35,2; K-40 616,1–678,3; средний $A_{эфф}$ 0,43), отвечают самым жестким требованиям СанПиН и могут быть использованы без ограничений. В то же время их скопления в больших объемах являются источником загрязнения окружающей среды. Кроме того, в связи с реструктуризацией угледобывающей промышленности необходим поиск альтернативных решений для трудоустройства высвобождающихся шахтеров и других квалифицированных специалистов.

References

1. Talpa B.V., Kotlyar A.V. Solid clay breeds of East Donbass perspective raw materials for production of wall ceramics. *Current problems of sciences about Earth. The collection of works of a scientific conference of students and young scientists with the international participation; Southern Federal University*. Rostov-on-Don: Publishing house of the Southern federal university. 2015, pp. 49–51. (In Russian).
2. Talpa B.V., Kotlyar A.V. Features the claystone-like-clays of the South of Russia as raw materials for production of a brick. *Current problems of sciences about Earth. The collection of works of a scientific conference of students and young scientists with the international participation; Southern Federal University*. Rostov-on-Don: Publishing house of Southern Federal University. 2015, pp. 51–53. (In Russian).
3. Talpa B.V., Kotlyar A.V., Terekhina Yu.V. Mineralogical-technological peculiarities of lithified clay rocks and

- качестве сырья для производства строительной керамики // *Строительные материалы*. 2017. № 4. С. 8–11.
4. Кара-Сал Б.К., Котельников В.И., Сапелкина Т.В. Получение керамического стенового материала из вскрышных пород углеобогащения // *Естественные и технические науки*. 2015. № 2. С. 160–163.
 5. Котляр В.Д., Явруян Х.С. Стеновые керамические изделия на основе тонкодисперсных продуктов переработки терриконов // *Строительные материалы*. 2017. № 4. С. 38–41.
 6. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю., Мишин М.П. Перспективы отечественного производства керамического кирпича на основе отходов углеобогащения // *Строительные материалы*. 2013. № 4. С. 57–61.
 7. Котляр В.Д., Устинов А.В., Терехина Ю.В., Котляр А.В. Особенности процесса обжига угольных шламов при производстве стеновой керамики // *Техника и технология силикатов*. 2014. № 4. С. 8–15.
 8. Столбоушкин А.Ю., Бердов Г.И. Ресурсосберегающая комплексная переработка минерального сырья в производстве строительных материалов // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2011. № 1. С. 46–53.
 9. Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов // *Строительные материалы*. 2011. № 4. С. 43–46.
 10. Явруян Х.С., Гайшун Е.С., Котляр А.В. Особенности компрессионного формирования тонкодисперсных продуктов углеобогащения при производстве керамического кирпича // *Строительные материалы*. 2017. № 12. С. 14–17.
 11. Столбоушкин А.Ю., Бердов Г.И., Верещагин В.И., Фомина О.А. Керамические стеновые материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья // *Строительные материалы*. 2016. № 8. С. 19–23.
- prospects for their use in building ceramic production. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 4, pp. 8–11. (In Russian).
4. Kara-sal B.K., Kotelnikov V.I., Sapelkina T.V. Receiving ceramic wall material from overburden breeds of coal preparation. *Estestvennye I tehnicheckie nauki*. 2015. No. 2, pp. 160–163. (In Russian).
 5. Kotlyar V.D., Yavruyan K.S. Wall ceramic articles on the basis of fine-disperse products of waste pile processing. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 4, pp. 38–41. (In Russian).
 6. Storozhenko G.I., Stolboushkin A.Yu., Mishin M.P. Prospects of domestic production of ceramic brick on the base of coal washing waste. *Stroitel'nye Materialy*. [Construction Materials]. 2013. No. 4, pp. 57–61. (In Russian).
 7. Kotlyar V.D., Ustinov A.V., Terekhina Yu.V., Kotlyar A.V. Features of the process of calcination of coal slurries in the production of wall ceramics. *Tekhnika I Technologia Silikatov*. 2014. № 4. P. 8–15.
 8. Stolboushkin A.Yu., Berdov G.I. Resource-saving complex processing of mineral raw materials in production of construction materials. *Izvestia Vissih Uchebnih Zavedenyi*. *Stroitelstvo*. 2011. No. 1, pp. 46–53. (In Russian).
 9. Stolboushkin A.Yu., Storozhenko G.I. Waste of coal preparation as a raw materials and energy base of wall ceramic materials factories. *Stroitel'nye Materialy*. [Construction Materials]. 2011. No. 4, pp. 43–46. (In Russian).
 10. Storozhenko G.I., Stolboushkin A.Yu., Mishin M.P. Prospects of domestic production of ceramic brick on the base of coal washing waste. *Stroitel'nye Materialy*. [Construction Materials]. 2013. No. 4, pp. 57–61. (In Russian).
 11. Stolboushkin A.Yu., Berdov G.I., Vereshchagin V.I., Fomina O.A. Ceramic wall materials with matrix structure based on non-sintering stiff technogenic and natural raw materials. *Stroitel'nye Materialy*. [Construction Materials]. 2016. No. 8, pp. 19–23. (In Russian).



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

организатор конференции

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

генеральный информационный партнер



14–15 НОЯБРЯ / 2018

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ФУНДАМЕНТОВ НА
МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ»

Место проведения:

Москва, Дизайн Отель, конференц-зал «Galaxy» (ст. метро «ВДНХ»)

www.fc-union.com, info@fc-union.com, тел.: +7 (495) 66-55-014, моб.: +7 916 36-857-36



TECNARGILLA

БУДУЩЕЕ КЕРАМИКИ
24 / 28 СЕНТЯБРЯ 2018 . РИМИНИ . ИТАЛИЯ

www.tecnargilla.it



KROMATECH



T WHITE



CLAYTECH

ОРГАНИЗАТОР

**ITALIAN
EXHIBITION
GROUP**
A member of
Romeo Forno and Fima di Vicenza

ПАРТНЕР



ACIMAC
Associazione Costruttori Italiani
Macchine Attrezzature per Ceramica



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



Ministero dello Sviluppo Economico

ITTA[®]

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

УДК 693.22

DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-63-65>

М.К. ИЩУК, канд. техн. наук, зав. лабораторией (kamkon@ya.ru)

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. А.В. Кучеренко (ЦНИИСК им. А.В. Кучеренко) ОАО НИЦ «Строительство» (109428, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6)

Роль прочности кирпича на изгиб при сжатии кладки

При сжатии кладки прочность кирпича и раствора используются не полностью. Вследствие неровности горизонтальных растворных швов кирпич подвергается изгибу и срезу. В кирпиче могут возникать растягивающие напряжения в результате поперечного расширения раствора в горизонтальных швах в случае, когда коэффициент поперечного расширения у раствора оказывается выше, чем у кирпича. Во многих зарубежных нормах марка по прочности кирпича определяется только по одному показателю – пределу прочности при сжатии, что гарантировано высокой прочностью при изгибе производимых кирпичей. Расчеты по формуле Л.И. Онищика показывают, что влияние изгиба и среза кирпича в кладке снижается при улучшении качества горизонтальных растворных швов и поверхности кирпича. Поэтому назначение марки керамического кирпича формата 1НФ по прочности должно производиться по двум показателям: прочности при сжатии и изгибе. Камни и блоки, имеющие высоту, следовательно и момент сопротивления изгибу, большие, чем у кирпича формата 1НФ, в меньшей степени подвержены изгибу и срезу вследствие неровности растворной постели. По этой причине назначение их марки по прочности производится только по прочности при сжатии.

Ключевые слова: кирпич, камень, каменная кладка, прочность кирпича при изгибе, прочность кирпича на срез, марка кирпича по прочности, прочность каменной кладки при сжатии.

Для цитирования: Ищук М.К. Роль прочности кирпича на изгиб при сжатии кладки // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 63–65. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-63-65>

M.K. ISHCHUK, Candidate of Sciences (Engineering), Head of Laboratory, (kamkon@ya.ru)
Research Institute of Building Constructions (TSNIISK) named after V.A. Kucherenko, JSC Research Center of Construction
(6, 2-nd Institutskaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

The Role of Brick Bending Strength at Compression of Masonry

When compressing the masonry, brick and mortar strength is not fully used. Due to the irregularities of horizontal mortar joints, the brick is subjected to bending and shear. Tensile stresses can occur in the brick as a result of lateral expansion of the mortar in the horizontal joints in the case when the coefficient of transverse expansion of the mortar is higher than that of brick. Many foreign standards define the mark of brick strength according to one indicator only – a limit of compression strength that is guaranteed by high bending strength of made bricks made. Calculations by the formula of L.I. Onishchik show that the influence of bending and shear of bricks in the masonry decreases with the improvement of the quality of horizontal mortar joints and the surface of brick. Therefore, the appointment of the brand of ceramic bricks of format 1NF on strength should be done according to two factors: compressive and bending strengths. Stones and blocks having a height, and therefore the moment of resistance to bending greater than that of brick of 1NF format, are less prone to bending and shear due to the irregularities of mortar bed. For this reason, the appointment of their brand on strength is made only by the compressive strength.

Keywords: brick, stone, stone masonry, bending strength of brick, shear strength of brick, mark of brick on strength, strength of stone masonry under compression.

For citation: Ishchuk M.K. The role of brick bending strength at compression of masonry. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 63–65. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-63-65> (In Russian).

В 1930-е гг. в лаборатории каменных конструкций ЦНИПС (ныне ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко) под руководством Л.И. Онищика были развернуты масштабные исследования прочности и деформаций каменной кладки. Результаты экспериментов показали, что при сжатии прочность составляющих кладку материалов (кирпича и раствора) используется далеко не полностью. Так предел прочности при сжатии кладки, выполненной из кирпича и раствора марки М100, в соответствии со СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» [1] равен всего 3,6 МПа.

По результатам испытаний кладки, выполненной в разные годы 18 каменщиками, определены нижняя граница влияния руки каменщика (0,8 Ru) и верхний предел (1,55 Ru). Таким образом прочность кладки вследствие различного качества растворных швов может отличаться в два раза [2–5]. Это показывает, что качество растворных швов существенно влияет на работу кирпича в кладке.

Объясняется это тем, что вследствие неровности горизонтальных растворных швов (рис. 1) кирпич подвергается изгибу и срезу. Кроме того, в кирпиче могут возникать растягивающие напряжения в результате поперечного расширения раствора в горизонтальных швах

(рис. 2). Это происходит в случае, когда коэффициент поперечного расширения у раствора оказывается выше, чем у кирпича. Таким образом, кирпич в кладке разрушается не столько от сжатия, сколько от среза и растяжения.

В меньшей степени подвержены влиянию горизонтальных швов камни и блоки. Связано это с тем, что количество горизонтальных швов на единицу высоты стены из камней и блоков меньше, чем в кирпичной кладке. Кроме того, благодаря большей высоте увеличивается момент сопротивления камня и площадь его поперечного сечения по сравнению с кирпичом нормаль-

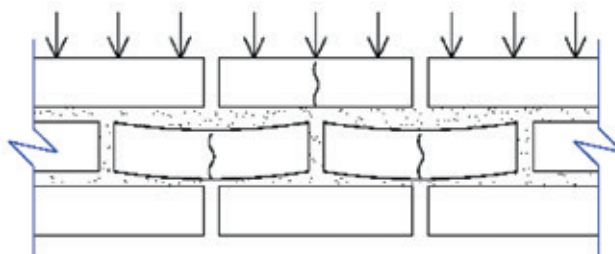


Рис. 1. Изгиб и срез кирпича в кладке при ее сжатии

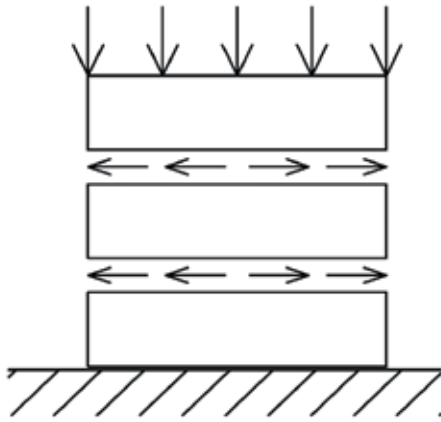


Рис. 2. Растяжение кирпича от поперечного расширения раствора

ного формата. Это повышает прочность камня при изгибе и срезе.

На качество растворов швов в значительной степени влияет наличие или отсутствие в растворе пластифицирующих и водоудерживающих добавок. Такой добавкой к цементно-песчаным растворам многие годы служила известь. Расчетное сопротивление кладки, выполненной на цементно-песчаных растворах без добавки извести, принимается с понижающим коэффициентом 0,85 [2].

В работах [4, 5] показаны стадии разрушения кирпичной неармированной кладки при сжатии. В последствии эти положения многократно интерпретировались в учебных пособиях и статьях [6, 7 и др.].

На первой стадии в отдельных кирпичах и растворных швах появляются вертикальные трещины, на второй эти трещины соединяются между собой, на третьей происходит разделение кладки на отдельные столбики и на последней происходит потеря несущей способности кладки в результате потери устойчивости отдельными фрагментами кладки (рис. 3).

Иллюстрацией различных стадий работы кладки являются фотографии экспериментальных образцов кладки, испытанных в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко при участии автора (рис. 4).

Зависимость предела прочности кладки при сжатии от вида и марки кирпича и раствора (рис. 5) можно описать формулой Л.И. Онищика [1]:

$$R_u = A \cdot R_1 \left(1 - \frac{a}{b + R_2 / 2R_1}\right) \gamma \quad (1)$$

где R_u – предел прочности кладки при сжатии; R_1 – предел прочности камня при сжатии; R_2 – предел прочности раствора при сжатии; A – конструктивный коэффициент, характеризующий степень использования в кладке прочности камня при сжатии при прочности раствора, стремящейся к бесконечности; γ – коэффициент для растворов марок М25 и ниже:

Таблица 1

Кладка	a	b	m	n
Из кирпича и керамических камней полнотелых; с щелевидными пустотами шириной до 12 мм; круглыми пустотами диаметром до 16 мм пустотностью до 25% при высоте ряда кладки 50–150 мм на тяжелых растворах	0,2	0,3	1,25	3
Из сплошных камней правильной формы при высоте ряда кладки 180–300 мм	0,15	0,3	1,1	2,5

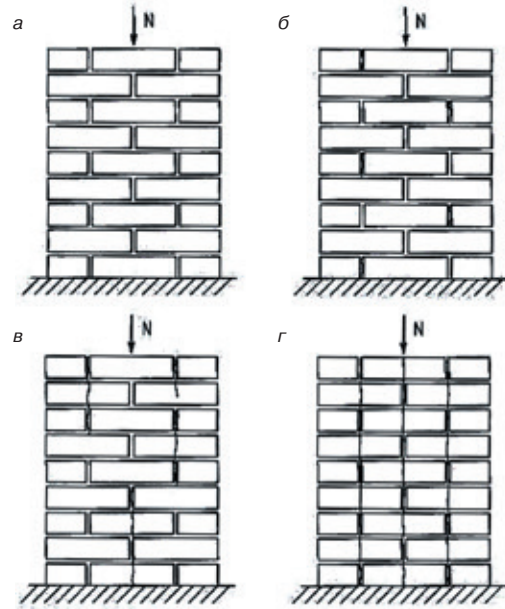


Рис. 3. Характерные стадии разрушения кирпичной кладки из рядового керамического кирпича и камней с пустотностью не более 40%. а – отсутствие внутренних дефектов при $\sigma < 0,5R_u$; б – первые видимые трещины при $\sigma \approx 0,5-0,6R_u$; в – развитие трещин при $\sigma \approx 0,6-0,8 R_u$; г – разделение кладки на отдельные вертикальные столбики при $\sigma > 0,8R_u$

при $R_2 > R_{2,1} \gamma = 1$; при $R < R_{2,1} \gamma = \gamma_0 R_{2,1} + (3-\gamma_0) R_2 / (R_{2,1} + 2R_2)$; для кирпича и камней правильной формы $R_{2,1} = 0,04R_1$; $\gamma_0 = 0,75$; для бутовой кладки $R_{2,1} = 0,08R_1$; $\gamma_0 = 0,25$;

Принимая $R_2 \rightarrow \infty$, получаем из (1) максимально возможную прочность кладки:

$$R_{u, max} = k \cdot A \cdot R. \quad (2)$$

Конструктивный коэффициент принимается наименьшим из полученных по формулам:

$$A = \min \begin{cases} \frac{100 + R_1}{100m + nR_1} \\ 1,2 \\ \frac{1,2}{1 + R_1 / 3R_{u,b}} \\ \frac{2,2}{1 + R_1 / R_u} \end{cases} \quad (3a, 3б, 3в)$$

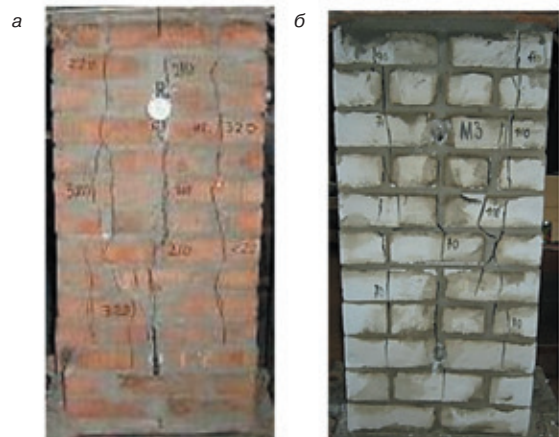


Рис. 4. Последняя стадия разрушения кладки без горизонтального армирования с разделением на отдельные вертикальные трещины. Испытания автора, 2006 г.: а – из керамического кирпича; б – из силикатного кирпича

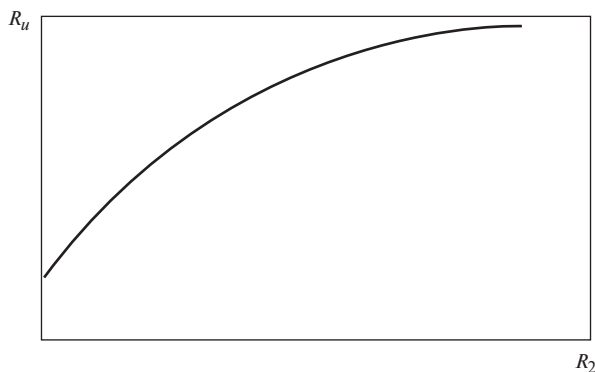


Рис. 5. Общий вид зависимости прочности кладки R_u от прочности раствора R_2

где $R_{u,b}$ – предел прочности кирпича при изгибе; R_u – предел прочности кирпича при срезе.

Коэффициенты a , b , m , n в формулах (1) и (3) принимаются по табл. 1.

Формула (3а) характеризует кладку из кирпича, у которого прочность на изгиб и срез достаточно высоки; формулы (3б) и (3в) кладку из кирпича с низкой прочностью на изгиб и срез соответственно. Между прочностью кирпича при изгибе и срезе существует корреляционная зависимость. Учитывая сложность испытания кирпича на срез, было рекомендовано использовать только формулу (3б).

В силу сказанного, назначение марки кирпича по прочности должно производиться по двум показателям: прочности при сжатии и изгибе. В то же время для камней, имеющих высоту 138 мм и более, марка по прочности может назначаться только из испытаний на сжатие.

Во многих зарубежных нормах [8 и др.] марка по прочности кирпича определяется только по одному показателю – пределу прочности при сжатии. Объясняется это гарантировано высокой прочностью при изгибе производимого кирпича.

При назначении марки по прочности кирпича с ровной поверхностью (например, кирпича полусухого прессования и силикатного), требования к прочности при изгибе являются не столь жесткими, как для кирпича пластического формования. Например, для кирпича полусухого прессования марки 100 средняя величина прочности при изгибе должна быть не менее 1,6 МПа, а для кирпича пластического прессования, горизонтальные поверхности которого, как правило, менее ровные, составляет 2,2 МПа.

Выводы

1. При сжатии кирпич в кладке находится в условиях сложного напряженного состояния. Вследствие неровности растворной постели он подвергается изгибу и срезу наряду со сжатием.

2. Вследствие разницы в коэффициентах поперечного расширения кирпича и раствора может происходить растрескивание кирпича по горизонтали.

3. Чем ровнее является растворная постель, тем меньше влияние изгиба и среза кирпича на прочность кладки.

4. Благодаря более ровной поверхности требования к прочности при изгибе при назначении марки по прочности для кирпича, изготовленного методом полусухого формования и силикатного кирпича, являются менее жесткими, чем для керамического кирпича пластического формования.

5. Камни и блоки, имеющие высоту, следовательно и момент сопротивления изгибу, большие, чем у кирпича формата 1НФ, в меньшей степени подвержены изгибу и срезу. По этой причине назначение их марки по прочности в отличие от кирпича может производиться только по прочности при сжатии.

Список литературы

- СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*. М.: Минрегион России, 2012. <http://docs.cntd.ru/document/1200092703>
- Камейко В. А., Семенов С. А. Состояние и основные направления исследования прочности каменных конструкций. В кн.: Теоретические и экспериментальные исследования каменных конструкций. Труды ЦНИИКС. М.: 1978. С. 6–45.
- Поляков С.В. Длительное сжатие кирпичной кладки. Научное сообщение. М.: Стройиздат, 1959. 183 с.
- Онищик Л.И. Каменные и армокаменные конструкций промышленных и гражданских зданий. М.-Л.: Государственное издательство строительной литературы, 1939. 215 с.
- Онищик Л.И. Особенности работы каменных конструкций под нагрузкой в стадии разрушения. Сб. Исследования по каменным конструкциям. М.: Стройиздат, 1949. С. 5–44.
- Бедов А.И., Габитов А.И. Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций. М.: АСВ, 2006. 556 с.
- Поляков С.В., Фалевич Б.Н. Проектирование каменных и крупнопанельных конструкций. М.: Высшая школа. 1966. 241 с.
- EN 1966-1-1 Eurocode 6 - Design of masonry structures – Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures. CEN, Brussels 2005. 123. p. <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/02/en.1966.1.1.2005.pdf>

References

- Code of Regulations 15.13330.2012 Stone and reinforced structures. Updated version of SNiP II-22-81*. Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2012. <http://docs.cntd.ru/document/1200092703> (In Russian).
- Kameiko V.A., Sementsov S.A. Sostoyaniye i osnovnyye napravleniya issledovaniya prochnosti kamennykh konstruktstii. V kn.: Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya kamennykh konstruktstii. Trudy TsNIIKS [The state and main directions of the study of the strength of stone structures. In: Theoretical and experimental studies of stone structures. Proceedings of the TsNIIKS]. Moscow: 1978, pp. 6–45.
- Polyakov S.V. Dlitel'noe szhatie kirpichnoi kladki. Nauchnoe soobshchenie [Long-term compression of the brickwork. Scientific communication]. Moscow: Stroyizdat. 1959. 183 p.
- Onishchik L.I. Kamennyye i armokamennyye konstruktstii promyshlennykh i grazhdanskikh zdaniy [stone and reinforced stone constructions of industrial and civil buildings]. Moscow-Leningrad: State Publishing House of Building Literature. 1939. 215 p.
- Onishchik L.I. Features of the work of stone structures under load in the stage of destruction. *Collection: Studies on stone structures*. Moscow: Stroyizdat. 1949, pp. 5–44.
- Bedov A.I., Gabitov A.I. Proektirovaniye, vosstanovleniye i usileniye kamennykh i armokamennykh konstruktstii [Design, restoration and strengthening of stone and reinforced structures]. Moscow: ASV. 2006. 556 p.
- Polyakov S.V., Falevich B.N. Proektirovaniye kamennykh i krupnopanelynykh konstruktstii [Design of stone and large-panel structures]. Moscow: Vysshaya shkola. 1966. 241 p.
- EN 1966-1-1 Eurocode 6 - Design of masonry structures – Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures. CEN, Brussels 2005. 123. p. <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/02/en.1966.1.1.2005.pdf>

М.Г. КОРЕВИЦКАЯ, канд. техн. наук (1747402@mail.ru),
М.И. БРУССЕР, канд. техн. наук (mark.marat@mail.ru),
Д.В. КУЗЕВАНОВ, канд. техн. наук, А.В. АНЦИБОР, инженер

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)

Актуализация правил контроля и оценки прочности бетона по ГОСТ 18105

Изложены основные изменения, внесенные в редакцию ГОСТ 18105 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» при его разработке в 2017 г. Систематизированы исходные предпосылки проведенной работы. Даны обоснования актуальности пересмотра и внесенных изменений данного ГОСТа. Продемонстрированы проблемы, выявленные при использовании упрощенных схем контроля. Представлен вывод величины граничного коэффициента вариации для применения упрощенной схемы контроля – схемы «Г». Отмечены ключевые дополнения к нормативным требованиям стандарта. Сформулированы основные направления развития стандарта и необходимых исследований на ближайшие годы, включая гармонизацию требований по контролю прочности с международными стандартами, развитие и определение иерархии методов контроля, их точности. Отмечена актуальность разработки отдельного стандарта по терминологии и классификации методов контроля прочности бетона.

Ключевые слова: нормативная база, контроль прочности, неразрушающие методы, прочность бетона, оценка прочности, железобетонные конструкции.

Для цитирования: Коревицкая М.Г., Бруссер М.И., Кузеванов Д.В., Анцибор А.В. Актуализация правил контроля и оценки прочности бетона по ГОСТ 18105 // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 66–68. DOI: 10.31659/0585-430X-2018-762-8-66-68

M.G. KOREVITSKAYA, Candidate of Sciences (Engineering) (1747402@mail.ru), M.I. BRUSSER Candidate of Sciences (Engineering) (mark.marat@mail.ru), D.V. KUZEVANOV, Candidate of Sciences (Engineering), A.V. ANTIBOR, Engineer
Research, Design and Technological Institute For Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev,
"Research and Development Center "Stroitel'stvo" AO (6, 2nd Institut'skaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

Actualization of Rules of Control and Assessment of Concrete Strength by GOST 18105

The main changes made to the edition of GOST 18105 "Concrete. Rules of control and strength assessment", in the course of its development in 2017 are described. The initial prerequisites of the work are systematized. The substantiations of the relevance of the revision and amendments to this GOST are given. The problems identified when using simplified control schemes are demonstrated. The conclusion of the value of the boundary coefficient of variation for the application of a simplified control scheme – the scheme "G" is presented. The key additions to the regulatory requirements of the standard are noted. The main directions of development of the standard and the necessary research for the coming years, including the harmonization of requirements for the control of strength with international standards, the development and determination of the hierarchy of methods of control, their accuracy are formulated. The relevance of development of a separate standard on terminology and classification of methods of concrete strength control is noted.

Keywords: normative framework, strength control, nondestructive methods, concrete strength, strength assessment, reinforced concrete structures.

For citation: Korevitskaya M.G., Brusser M.I., Kuzevanov D.V., Antsibor A.V. Actualization of rules of control and assessment of concrete strength by GOST 18105. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 66–68. DOI: 10.31659/0585-430X-2018-762-8-66-68 (In Russian).

ГОСТ 18105 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» устанавливает правила контроля и оценки нормируемой прочности бетона при производстве и приемке бетонной смеси, при возведении монолитных и сборно-монолитных конструкций, а также сборных бетонных и железобетонных изделий. Впервые этот ГОСТ был разработан в 1972 г. под названием «Бетоны. Контроль и оценка однородности и прочности» с введением системы статистического контроля прочности и однородности бетона в СССР. Впоследствии были выпущены редакции 1980, 1986 и 2010 гг. Кроме того, в 2008 г. был введен национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53231–2008, где впервые был приведен подход с разделением процедур контроля прочности по разным схемам – «А», «Б», «В» и «Г». В 2017 г. проводился плановый пересмотр и актуализация ГОСТ 18105 редакции 2010 г.

Текущая актуализация ГОСТ 18105 направлена на развитие нормативных правил и повышение надежности получаемых результатов при контроле прочности бетона. Данный стандарт устанавливает основные определения и процедуры статистической обработки результатов контроля и является ведущим стандартом группы

нормативных документов, регламентирующей правила контроля прочности бетона.

За период действия редакции ГОСТ 18105–2010 были накоплены и систематизированы отзывы от пользователей стандарта (специалистов строительного контроля и строительных лабораторий), связанные с принятыми правилами контроля, так как трактовка некоторых понятий стандарта приводила к получению неоднозначных результатов. Анализ подобных случаев в ходе экспертных отчетов и заключений различных пользователей данного стандарта, включая конфликтные ситуации при оценке прочности бетона по упрощенным схемам контроля, позволил выделить положения документа, требующие дополнительной проработки. Систематизация замечаний и предложений, в том числе опубликованных [1–7], позволила авторам выделить основные направления для работы над новой редакцией: совершенствование структуры изложения требований к контролю и их уточнение.

Кроме того, появились новые нормативно-технические документы. Так, за период действия редакции ГОСТ 18105–2010 были актуализированы стандарты по неразрушающему контролю прочности бетона

Число единичных значений, n	3	5	8	10	15	20	30 и более
Граничный коэффициент вариации, V_r , %	4	6	7,5	8	9	10	12

ГОСТ 17624–2012 и ГОСТ 22690–2015 и разработан новый стандарт ГОСТ 31914–2012 «Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества», имеющий схожую область стандартизации, что вызвало необходимость согласования требований действующих стандартов.

За время действия ГОСТ 18105 неоднократно возникали вопросы применимости его требований совместно с другими стандартами и сводами правил. С учетом существующей практики нормирования скорректированы положения, устанавливающие область применения стандарта. Так, указано, что стандарты на отдельные виды бетонов, изделий или конструкций могут содержать дополнительные требования к правилам настоящего стандарта. Это дополнение обусловлено общим характером сформулированных требований в ГОСТ 18105 и невозможностью полностью охватить специфику ряда конструкций и бетонов (массивные конструкции, подземные сооружения, торкрет-бетоны, дорожные и аэродромные покрытия, фибробетоны и т. п.). Такой подход позволяет вводить дополнительные требования в развивающихся стандартах и сводах правил, что в целом делает систему нормирования более прогрессивной и гибкой.

Одним из главных изменений ГОСТ 18105 явилась структуризация его требований в отношении бетонных смесей, изделий заводского изготовления и монолитных конструкций. Появились специальные разделы документа, устанавливающие общие правила, правила контроля и обработки результатов для каждого вида производства. Такой подход применялся и ранее в редакции ГОСТ 18105 в 1980 г., когда стандарт состоял из трех частей, что облегчало понимание специфики контроля и требований для заводов и для строительных площадок.

Внесены уточнения в терминологию и обозначение используемых величин, в том числе с учетом разработанных за последние годы стандартов в области разрушающего и неразрушающего контроля прочности бетона. Для облегчения понимания требований стандарта при контроле монолитных конструкций принято решение отказаться от использования термина «партия» и ввести понятие «группа монолитных конструкций». При этом применимость термина «партия» как регулярно выпускаемой продукции сохранилась для заводских условий производства бетонных смесей и сборных изделий.

Для каждого вида производства уточнены случаи применения схем контроля; нормативные сроки продолжительности производства, допускающего объединение продукции в единую партию или группу.

При пересмотре уточнены требования к минимальному количеству участков контроля прочности бетона в конструкциях, в том числе при определении показателей прочности по контрольным образцам.

Для монолитных конструкций введены новые положения, устанавливающие возможность назначения в проектной документации специальных требований для приемки бетона конструкций по отдельным захваткам или зонам конструкции. Это является актуальным для сильно нагруженных участков протяженных конструкций, которые требуют особого внимания проектировщика. При отсутствии таких указаний действуют общие правила, установленные стандартом.

Значительно изменились условия применения упрощенной схемы оценки прочности – схемы «Г». Данные

изменения нацелены на обеспечение эксплуатационной надежности конструкций при использовании такой схемы оценки. Изначально в стандарте возможность применения схемы «Г» предполагалась только для исключительных случаев, когда нет возможности использовать статистические методы контроля для ограниченных объемов бетона. Но, стремясь к упрощению и удешевлению процедуры контроля, пользуясь формулировками ГОСТ 18105–2010, многие специалисты стали выбирать эту схему за основную, что в ряде случаев приводило к занижению оценки прочности относительно контроля по схемам «А», «Б» и «В». Это объяснялось тем, что для данной схемы при оценке класса по формуле $B=0,8R_{cp}$ принималось усредненное фиксированное значение вариации прочности в бетоне 12%, при том что при оценке по другим схемам изменчивость могла бы быть получена ниже.

Однако авторам встречались и обратные случаи, связанные с применением схемы «Г», когда она необдуманно использовалась для оценки прочности больших объемов бетона с вариацией 15–25%. В этом случае оценка по такой упрощенной схеме ведет к снижению надежности результатов и получению завышенных значений фактических классов бетона. Для исключения подобных ситуаций и снижения рисков конечного потребителя введены условия по ограничению коэффициента вариации единичных значений прочности V_r для схемы «Г» (см. таблицу).

Значения граничного коэффициента вариации получены из рассмотрения оценочных значений дисперсии малых выборок с учетом положений ГОСТ Р ИСО 12491–2011 «Материалы и изделия строительные. Статистические методы контроля качества». Откуда величина среднеквадратического отклонения прочности для всей генеральной совокупности $\sigma_{ген}$ представлена в виде:

$$\sigma_{ген} \leq \frac{\sqrt{n-1}}{\chi_{p1}} \cdot S_{выб},$$

где $S_{выб}$ – среднеквадратическое отклонение единичных значений прочности в выборке; n – объем выборки; χ_{p1} – квантиль χ^2 -распределения при доверительной вероятности 0,9. С некоторыми приближениями из решения правой части неравенства получены значения для нормирования граничного коэффициента вариации, характеризующего изменчивость в выборке.

Заложенный принцип ограничения вариации единичных значений прочности, в зависимости от количества участков испытаний, позволяет лишь гарантировать, что контролируемый объем бетона (генеральная совокупность) имеет коэффициент вариации не более 12–14%, но не устанавливает фактическую изменчивость. Только при таком условии разрешено применять упрощенные подходы к оценке класса.

С учетом опыта контроля и анализа конфликтных ситуаций при оценке и приемке бетона монолитных конструкций по прочности введены дополнительные условия, что если при контроле по схеме «Г» условие приемки бетона по прочности не выполняется, то для принятия окончательного решения следует проводить контроль по схеме «В».

Дополнительно введены положения, устанавливающие требования, что при выявлении бетона с высокой неоднородностью должно быть увеличено количество результатов испытаний, учитываемых в оценке, или проведена оценка с разделением на партии, группы и зоны конструкций с меньшей вариацией прочности.

Внесены уточнения в формулировки, снимающие ограничения на применение разрушающих методов контроля конструкций по образцам, отобранным из конструкций по ГОСТ 28570, и определены методы оценки прочности бетона при малых выборках (менее 15 результатов), согласованные с требованиями ГОСТ Р ИСО 12491, а также подтвержденные существующей практикой контроля качества.

Актуализированная редакция ГОСТ 18105 дополнена материалами, таблицами, формулами, облегчающими для пользователей восприятие системы нормативных требований.

В рамках процедуры общественного обсуждения проекта стандарта поступило большое количество предложений по совершенствованию данного ГОСТа, в том числе основной терминологии. Активное участие в обсуждении и формировании важных предложений по стандарту приняли специалисты НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, АО «Институт «Оргэнергострой», НП «Союз производителей бетона», ООО «Институт «ИМИДИС», АО «ИРМАСТ-ХОЛДИНГ». Все поступившие замечания были детально проанализированы и по возможности учтены либо выделены в отдельные актуальные вопросы для последующей проработки нового поколения стандартов.

Сформулированы новые задачи для развития направления стандартизации правил контроля прочности бетона в ближайшие 3–5 лет:

– гармонизация требований по контролю прочности с международными стандартами (EN 206 «Бетон. Технические требования, эксплуатационные характеристики, производство и соответствие требованиям»,

ISO 22965-2 «Бетон. Ч. 2: Требования к исходным материалам, производству бетона и оценке соответствия») не только за счет изменения норм контроля ГОСТа, но и за счет активной работы на международном уровне;

– определение иерархии методов контроля и их точности в зависимости от объемов проводимого контроля;

– переход к единым правилам оценки прочности бетона для различных методов;

– развитие статистического подхода к контролю прочности на основе разрушающих методов с учетом неопределенности переходных коэффициентов;

– детальный анализ рисков потребителя и поставщика в зависимости от выбираемых процедур контроля (в развитие исследований [7–9]).

Анализ замечаний и предложений по разделу терминологии продемонстрировал особую важность этого раздела для понимания процедуры контроля, затрагивающей всю систему стандартов в области контроля качества бетона. В стандарте 1986 г. содержалось всего 11 терминов, в текущей редакции ГОСТ 18105 предусмотрено 27 терминологических статей. Возможно, в дальнейшем целесообразно выделить терминологию и классификацию методов контроля прочности бетона в отдельный самостоятельный стандарт.

В целом проведенная актуализация ГОСТ 18105 направлена на совершенствование системы контроля и оценки прочности бетона, повышение удобства пользования стандартом, что в конечном итоге должно обеспечить надежность получаемых результатов контроля качества. Проведенная работа позволила наметить направления дальнейшего развития стандарта и необходимых исследований в области контроля прочности бетона.

Список литературы

1. Эккель С.В. Некоторые предложения по дополнению действующих стандартов на дорожный бетон // *Технологии бетонов*. 2016. № 7–8. С. 50–60.
2. Шейнин А.М., Эккель С.В. ГОСТ 18105 для контроля прочности бетона // *Наука и техника в дорожной отрасли*. 2011. № 4. С. 32–35.
3. Дерюгин Л.М. К вопросу оценки качества и прочности бетона // *Бетон и железобетон*. 2014. № 1. С. 23–27.
4. Васильев А.И., Евланов С.Ф., Бейвель А.С. Контроль прочности бетона при обследовании мостовых конструкций. Нужен отдельный ГОСТ. Союз производителей бетона. <http://www.concrete-union.ru/presscentre/detail.php?ID=14050> (дата обращения 01.02.2018).
5. Касторных Л.И., Трищенко И.В., Гикало М.А. Контроль и оценка прочности бетона на заводах сборного и товарного бетона // *Инженерный вестник Дона*. 2013. № 4 (27). С. 287.
6. Коноплев С.Н. Снова о доминирующем методе контроля прочности бетона монолитных конструкций // *Технологии бетонов*. 2015. № 1–2. С. 53.
7. Тур В.В. Статистический контроль прочности бетона на сжатие в соответствии с требованиями СТБ EN 206 и ГОСТ 18105–2010 // *Технологии бетонов*. 2015. № 1–2. С. 64.
8. Гвоздев А.А., Краковский М.Б., Бруссер М.И., Игошин В.Л., Дорф В.А. Связь статистического контроля прочности бетона с надежностью железобетонных конструкций // *Бетон и железобетон*. 1984. № 4.
9. Игошин В.Л. Методы статистического контроля прочности бетона с учетом надежности железобетонных конструкций. Дисс... канд. техн. наук. Москва, 1985. 151 с.

References

1. Ekkel S.V. Some proposals for the addition of existing standards for road concrete. *Tehnologii betonov*. 2016. No. 7–8, pp. 50–60 (In Russian).
2. Sheinin A.M., Ekkel S.V. GOST 18105 for the control of concrete durability. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli*. 2011. No. 4, pp. 32–35. (In Russian).
3. Deryugin L.M., On the issue of assessing the quality and strength of concrete. *Beton i zhelezobeton*. 2014. No. 1, pp. 23–27. (In Russian).
4. Vasiliev A.I., Evlanov C.F., Beyvel A.S. Control of strength of concrete in surveys of bridges. We need a separate GOST. Available at: <http://www.concrete-union.ru/presscentre/detail.php?ID=14050> (Date of access 02.02.2018). (In Russian).
5. Kastornyh L.I., Trishchenko I.V., Gikalo M.A. Control and evaluation of concrete strength in prefabricated and ready-mixed concrete plants. *Inzhenerniy vestnik Dona*. 2013. No. 4 (27), p. 287. (In Russian).
6. Konoplev S.N. Again on the dominant method of controlling the strength of concrete monolithic structures. *Tehnologii betonov*. 2015. No. 1–2, p. 53. (In Russian).
7. Tur V.V. Statistical control of concrete compressive strength according STB EN 206 and GOST 18105–2010. *Tehnologii betonov*. 2015. No. 1–2, p. 64. (In Russian).
8. Gvozdev A.A., Krakovsky M.B., Brusser M.I., Igoshin V.L., Dorf V.A. The connection of statistical control of the strength of concrete with the reliability of reinforced concrete structures. *Beton i zhelezobeton*. 1984. No. 4. (In Russian).
9. Igoshin V.L. Methods of statistical control of concrete strength taking into account the reliability of reinforced concrete structures. Diss... Candidate of Science (Engineering). Moscow. 1985. 151 p. (In Russian).

УДК 699.8

DOI: 10.31659/0585-430X-2018-762-8-69-72

В.Ф. СТЕПАНОВА¹, д-р техн. наук (vfstepanova@mail.ru),
 Н.К. РОЗЕНТАЛЬ¹, д-р техн. наук (rosental08@mail.ru),
 Г.В. ЧЕХНИЙ¹, канд. техн. наук (chehny@mail.ru);
 С.М. БАЕВ², генеральный директор (baevsm@mail.ru)

¹ Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ), АО «НИЦ «Строительство» (109428, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6)

² ЗАО «Служба защиты сооружений» (129329, г. Москва, ул. Кольская, 7, корп. 3, оф. 9)

Определение коррозионной стойкости торкрет-бетона как защитного покрытия бетонных и железобетонных конструкций

Анализ научно-технической и нормативной литературы по применению торкрет-бетона показал, что, ориентируясь на высокую прочность и водонепроницаемость, авторы утверждают, что торкрет-бетон обладает высокой коррозионной стойкостью. Приведенные результаты испытаний не всегда подтверждают это положение. Недостаточная изученность коррозионных свойств торкрет-бетона ограничивает области его применения не только для бетонирования новых конструкций, но и для ремонтных работ. Для назначения торкрет-бетона в качестве защиты железобетонных конструкций от агрессивных воздействий среды необходимы данные о его сульфатостойкости и диффузионной проницаемости для хлоридов как наиболее агрессивных сред. На основании выполненных исследований торкрет-бетона в сульфатных и хлоридных средах определены нормируемые параметры торкрет-бетона повышенной коррозионной стойкости. Полученные данные позволяют рассматривать торкрет-бетон в качестве эффективной защиты бетонных и железобетонных конструкций от коррозии в сульфатных и хлоридных средах.

Ключевые слова: коррозия, агрессивная среда, водонепроницаемость, сульфатостойкость, диффузионная проницаемость для хлоридов, защита от коррозии.

Для цитирования: Степанова В.Ф., Н.К. Розенталь, Чехний Г.В., Баев С.М. Определение коррозионной стойкости торкрет-бетона как защитного покрытия бетонных и железобетонных конструкций // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 69–72. DOI: 10.31659/0585-430X-2018-762-8-69-72

V.F. STEPANOVA¹, Doctor of Sciences (Engineering) (vfstepanova@mail.ru),
 N.K. ROZENTAL¹, Doctor of Sciences (Engineering) (rosental08@mail.ru),
 G.V. CHEKHNIY¹, Candidate of Sciences (Engineering) (chehny@mail.ru);
 S.M. BAEV², General Director (baevsm@mail.ru)

¹ Research, Design and Technological Institute for Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev, "Research and Development Center "Stroitel'stvo" AO (6, 2-nd Institut'skaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

² Structural Protection Service, ZAO (7, building 3, office 9, Kolskaya Street, Moscow, 129329, Russian Federation)

Determination of Corrosion Resistance of Shotcrete as a Protective Coating of Concrete and Reinforced Concrete Structures

The analysis of scientific, technical and normative literature on the use of shotcrete shows that focusing on high strength and water tightness, the authors state that the shotcrete has high corrosion resistance. The presented test results do not always confirm this position. Insufficient study of the corrosion properties of shotcrete limits the scope of its application not only for concreting new structures, but also for repair work. For the use of shotcrete as a protection of reinforced concrete structures against aggressive impacts of the environment, data on its sulfate resistance and diffusion permeability for chlorides as the most aggressive media are required. On the basis of the performed studies of shotcrete in sulfate and chloride media, the normalized parameters of shotcrete of increased corrosion resistance were determined. The data obtained make it possible to consider shotcrete as an effective protection of concrete and reinforced concrete structures against corrosion in sulfate and chloride media.

Keywords: corrosion, aggressive medium, watertightness, sulfate resistance, diffusion permeability for chlorides, protection against corrosion.

For citation: Stepanova V.F., Rozental N.K., Chekhny G.V., Baev S.M. Determination of corrosion resistance of shotcrete as a protective coating of concrete and reinforced concrete structures. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 69–72. DOI: 10.31659/0585-430X-2018-762-8-69-72 (In Russian).

В лаборатории коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева выполнена научно-исследовательская работа по изучению стойкости торкрет-бетона в агрессивных сульфатных и хлоридных средах и определению нормируемых параметров торкрет-бетона повышенной коррозионной стойкости.

Особенностью торкрет-бетона является его высокая плотность. Трещины, образующиеся в нанесенном слое вследствие усадки бетона при испарении воды, перекрываются последующими слоями торкрет-бетона. В результате образуется плотная нетрещиноватая структура, что способствует созданию малопроницаемого бетона повышенной коррозионной стойкости.

Торкрет-бетон успешно применяется в ремонтных работах по защите подземных сооружений — туннелей, шахт; восстановлению и усилению поврежденных конструкций, в том числе защитного слоя бетона; защите стальных конструкций; выполнению облицовки с целью защиты конструкций от воздействия огня; устранению дефектов строительства; ремонту мостов и гидротехнических сооружений и др. [1–4].

В зарубежной и отечественной литературе в основном описана технология торкрет-бетона с указанием областей его применения, требования к материалам для изготовления торкрет-бетона, указаны основные свойства — прочность, водонепроницаемость (Куликов А.В., Иванов В.П., Баев С.М. Исследования свойств и области применения торкрет-бетонов

http://www.volokno.su/netcat_files/128/110/Issledovanie_svoystv_i_oblasti_primeneniya_torkret_betonov.pdf (дата обращения 22.02.2018); Методические рекомендации по применению торкрет-бетона (ТУ 5745-001-16216892) при строительстве и ремонте гидротехнических сооружений СТО 16216892-002-2010; European Specification for Sprayed Concrete [5]). Сведения о коррозионных характеристиках торкрет-бетона практически отсутствуют.

На основании аналитического обзора научно-технической, нормативной и методической литературы по применению торкрет-бетонов разработана программа исследований, в основу которой был положен подбор составов и изготовление торкрет-бетона с заданными физико-механическими свойствами. По результатам определения прочности и водонепроницаемости были выбраны оптимальные составы и изготовлены образцы торкрет-бетона для изучения коррозионных свойств.

Для назначения торкрет-бетона в качестве защиты железобетонных конструкций от агрессивных воздействий среды необходимы данные о его сульфатостойкости и проницаемости для хлоридов как наиболее агрессивных сред. Недостаточная изученность коррозионных свойств торкрет-бетона ограничивает области его применения не только для бетонирования новых конструкций, но и для ремонтных работ.

Анализ результатов по определению прочности и водонепроницаемости показал, что, используя торкретирование как вид бетонирования при ведении ремонтно-восстановительных работ, можно получить широкий диапазон прочностных характеристик торкрет-бетона. Прочность при сжатии в отдельных составах получена от 37,3 до 68,9 МПа, на растяжение при раскалывании – от 3,3 до 6,7 МПа, марки по водонепроницаемости – на уровне W12–W14, что позволило оценить материал как бетон особо низкой проницаемости и является предпосылкой для повышенной и высокой коррозионной стойкости торкрет-бетона.

Для исследований коррозионных свойств были изготовлены образцы торкрет-бетона сухим и мокрым способом с расходом цемента 400–500 кг/м³. Сухим способом образцы изготавливались из мелкозернистого бетона (на песке с $M_{кр}=2,5$). Мокрым способом образцы изготавливались с применением щебня фракции 5–10 мм. При этом использовались химические и минеральные добавки.

Торкретирование выполнялось послойно. Слои наносились горизонтальными полосами шириной около 1 м, сразу по всей ширине покрываемой поверхности опалубки с перекрытием соседних полос не менее чем на 20 см. При использовании составов без добавок второй слой наносили через 2 ч после первого. При нанесении составов с пластифицированными добавками (с уменьшением расхода воды) периоды времени между нанесением отдельных слоев сокращались до 20 мин.

В течение 7 сут после изготовления полученные торкрет-бетонные плиты периодически увлажняли. Затем выбуривали керны требуемого диаметра и длины. Керны разрезали на образцы разной длины в зависимости от вида испытания.

В соответствии с СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» сульфатостойкость бетона определяется двумя основными параметрами:

- видом используемого цемента (рядовой, нормированного состава, сульфатостойкий);
- проницаемостью бетона.

Первый параметр связан с большей или меньшей способностью цементного камня химически взаимодействовать с сульфатами агрессивной среды (реак-

ционная способность), образуя продукты реакции – гипс и гидросульфаты алюмината кальция в моно- и трехсульфатной форме. Кристаллизация указанных соединений происходит с увеличением объема твердых фаз, что вызывает сначала уплотнение бетона (заполнение пор и капилляров), затем возникновение внутренних напряжений и разрушение бетона. Чем ниже содержание минералов C_3S и C_3A в клинкере портландцемента, тем меньшее количество гипса и гидросульфатов алюминатов может образоваться в цементном камне при взаимодействии с сульфатной средой и тем меньше опасность коррозионного повреждения бетона [6, 7].

Второй параметр – проницаемость бетона – предопределяет скорость проникновения сульфат-ионов агрессивной среды внутрь бетона.

Применение в технологии бетонов эффективных химических и минеральных добавок позволяет при неизменной подвижности бетонной смеси уменьшить проницаемость бетона и таким образом повысить стойкость бетона в агрессивных сульфатных средах [8, 9].

Сульфатостойкость торкрет-бетона определяли по аналогии с плотным тяжелым бетоном с учетом требований ГОСТ 27677–88 «Бетоны. Общие требования к проведению испытаний» и «Рекомендаций по методам определения коррозионной стойкости бетона».

Для ускорения процессов сульфатной коррозии испытания выполняли в растворе сульфата натрия повышенной концентрации – с содержанием иона SO_4^{2-} в количестве 34000 мг/л при полном постоянном погружении образцов в агрессивный раствор и дистиллированную воду. Контролировали кинетику поглощения образцами сульфат-ионов и изменение прочности торкрет-бетона. Исследование кинетики поглощения сульфатов выполняли на образцах-цилиндрах диаметром 50 мм, высотой 50 мм, изменение прочности – на образцах-цилиндрах диаметром 100 мм, высотой 100 мм.

По разности концентраций иона SO_4^{2-} в агрессивном растворе до и в процессе испытаний определяли количество поглощенных сульфатов в пересчете на SO_3 в % от массы цемента. Испытания показали, что за прошедший период поглощение сульфатов торкрет-бетоном, изготовленным и сухим и мокрым способами, составило 2,57–3,74% массы цемента (табл. 1), что свидетельствует о незначительной скорости коррозионного процесса. Прочность бетона несколько повысилась, что характерно для процессов сульфатной коррозии [10].

Сравнение полученных данных с результатами ранее выполненных длительных исследований сульфатостойкости тяжелых бетонов марок по водонепроницаемости W8–W10, изготовленных на различных портландцементных, показало, что кинетика поглощения сульфатов образцами торкрет-бетона близка к скорости поглощения сульфатов тяжелыми бетонами повышенной сульфатостойкости.

Таким образом, показано, что сульфатостойкость торкрет-бетона марок по водонепроницаемости W12 и выше, изготовленных на портландцементных группы II по ГОСТ 10178, ГОСТ 31108 (содержание в клинкере C_3S не более 65%, C_3A – не более 7%, C_3A+C_4AF – не более 22%), соответствует стойкости бетонов в сульфатных средах, изготовленных на сульфатостойких портландцементных по ГОСТ 22266. С учетом значения проницаемости бетона, вида вяжущего и добавок сульфатостойкость торкрет-бетона следует оценивать по аналогии с тяжелым бетоном согласно СП 28.13330.2017.

Метод определения диффузионной проницаемости торкрет-бетона для хлоридов основан на аналогии меж-

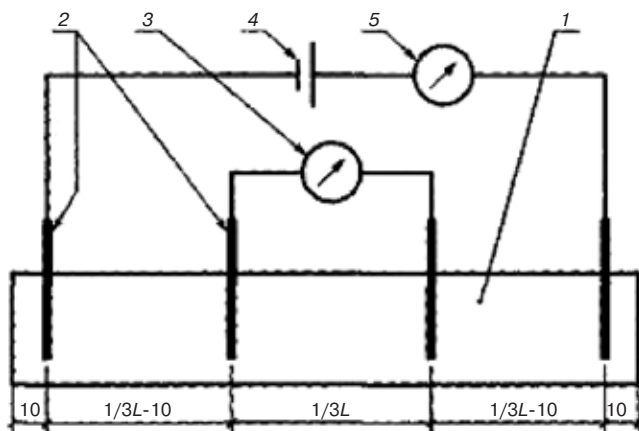


Рис. 1. Схема измерения электрического сопротивления образцов из бетона: 1 – образец из бетона; 2 – электроды; 3 – вольтметр; 4 – источник тока; 5 – микроамперметр; L – длина образца

Таблица 1

Составы, кг/м ³	Количество поглощенных ионов SO ₄ ²⁻	
	мг/см ²	% от массы цемента в реакционном слое
Цемент 500 Песок 1908	6,96	3,74
Цемент 400 Песок 609 Щебень 1000 Эмбэлит 40 Центрамент Эйр 202-1	4,8	2,57

ду диффузионным потоком вещества и электрическим током в теле бетона. Метод применяется для определения диффузионной проницаемости бетонов [11], не содержащих металлических включений – стальной арматуры, стальной фибры. С учетом этого испытывали образцы торкрет-бетона, изготовленные без применения стальной фибры, по ГОСТ 31383 по методу четырех электродов.

Для исследования использовали образцы, выбуренные из многослойного массива торкрет-бетона, нанесенного на бетонную подложку. Диаметр образцов 70 мм, высота 300 мм. В высверленные скважины диаметром 5 мм согласно схеме, приведенной на рис. 1, установили стальные электроды на цементно-песчаном растворе.

Образцы с электродами в течение 3 сут насыщали дистиллированной водой. Затем по схеме, приведенной на рис. 1, подключали источник тока и последовательно включенный в цепь микроамперметр. Регулируя значение тока, устанавливали разность потенциалов ΔV между средними электродами в пределах от 10 до 15 В и измеряли значение тока в цепи.

По полученным результатам рассчитывали удельное электрическое сопротивление бетона ρ_6 , Ом·см, по формуле:

$$\rho_6 = F \Delta V / I \cdot a, \quad (1)$$

где F – площадь поперечного сечения бетонного образца, см²; ΔV – разность потенциалов в вольтах между средними электродами после включения тока, В; I – ток в электрической цепи установки в амперах, А; a – расстояние между средними электродами в образце, см.

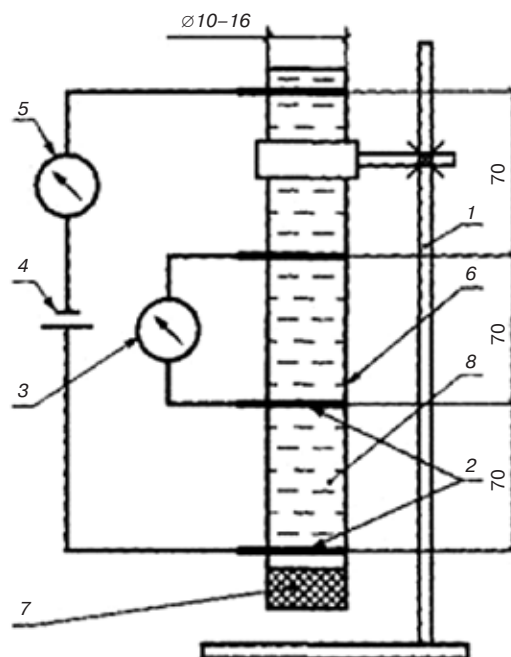


Рис. 2. Установка для измерения электрического сопротивления водной вытяжки из торкрет-бетона: 1 – штатив; 2 – электроды; 3 – вольтметр; 4 – источник тока; 5 – микроамперметр; 6 – трубка из неэлектропроводного материала; 7 – пробка; 8 – водная вытяжка

Таблица 2

Торкрет-бетон с добавкой, кг/м ³	Коэффициент диффузии для хлоридов, м ² /с, в возрасте	
	28 сут	120 сут
Микрокремнезем – 34	$4,76 \cdot 10^{-12}$	$3,77 \cdot 10^{-12}$
Микрокремнезем – 50	$4,58 \cdot 10^{-12}$	$3,80 \cdot 10^{-12}$
Микрокремнезем – 35 + пропиленовая фибра	$10,35 \cdot 10^{-12}$	$7,38 \cdot 10^{-12}$
Микрокремнезем – 50 + пропиленовая фибра	$8,66 \cdot 10^{-12}$	$5,50 \cdot 10^{-12}$

Площадь поперечного сечения образца F , см², равна:

$$F = \pi \cdot D^2 / 4, \quad (2)$$

где D – диаметр бетонного образца, см.

Измерение электрического сопротивления вытяжки из бетона при разных соотношениях твердого материала и воды выполняли с помощью прибора, показанного на рис. 2.

Для получения водной вытяжки образец торкрет-бетона, не имеющий электродов, высушивали до постоянной массы и дробили до полного прохождения через сито с размером ячеек 0,63 мм. Из дробленого материала образца отбирали четыре пробы массой (100±1), (40±0,5), (20±0,2), (10±0,1) г и засыпали в четыре стеклянные колбы. В колбы заливали дистиллированную воду в количестве 100 см³. Колбы герметично закрывали и оставляли на 72 ч, периодически взбалтывая.

Отстоявшуюся над осадком водную вытяжку, не взбалтывая, сливали через воронку с фильтром в трубку прибора. Включали ток, устанавливали между средними электродами разность потенциалов водной вытяжки ΔV_{BB} , равную (5±0,5) В, и измеряли значение тока в цепи.

Удельное электрическое сопротивление водной вытяжки ρ_{BB} рассчитывали по формуле:

$$\rho_{BB} = K \frac{\Delta V_{BB}}{I_{BB}}, \quad (3)$$

где K – постоянная прибора, учитывающая расстояние между электродами и площадь поперечного сечения трубки, равная 0,2378.

По полученным результатам рассчитывали эффективную сквозную пористость бетона $\Pi_{эф}$ по формуле:

$$\Pi_{эф} = \rho_{BB} / \rho_6, \quad (4)$$

где ρ_{BB} – удельное электрическое сопротивление водной вытяжки, Ом·см; ρ_6 – удельное электрическое сопротивление бетона, Ом·см.

Коэффициент диффузии хлоридов в бетоне D_6 рассчитывали по формуле:

$$D_6 = D_{Cl} \times \Pi_{эф}, \quad (5)$$

где D_{Cl} – коэффициент диффузии хлоридов в воде принимали по справочнику равным $1,23 \cdot 10^{-5}$ см²/с.

Список литературы

1. Кузьмина Е.С. Прогрессивная технология торкрет-бетонирования. *Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Новосибирск, 2017. С. 106–110.
2. Денисова А.П., Костина О.Д. Возрождение торкрет-бетона в строительстве // *Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона*. 2011. № 1. С. 96–99.
3. Швырков С.А., Петров А.П., Назаров В.П., Юрьев Я.И. Теплотехнические свойства бетона, торкрет-бетона и торкрет-фибробетона в условиях углеводородного пожара // *Пожаровзрывобезопасность*. 2016. Т. 25. № 12. С. 5–12.
4. Иващенко Ю.В., Тронча Л.А., Рябухин А.К. Разработка эффективного решения защитного сооружения в сложных условиях строительства // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых*. Краснодар, 2016. С. 793–794.
5. Melbye N., Dimmock R., Garshol K.F. Sprayed concrete for rock support. MBT International Underground Construction Group, Division of MBT Ltd. Switzerland. 2001. 247 p.
6. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона. Методы их защиты. М.: Стройиздат. 1980. 536 с.
7. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона. Киев: Оранта. 2004. 295 с.
8. Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость цементных бетонов низкой и особо низкой проницаемости. М.: ФГУП ЦПП. 2006. 520 с.
9. Шейнфельд А.В. Органоминеральные модификаторы как фактор, повышающий долговечность железобетонных конструкций // *Бетон и железобетон*. 2014. № 3. С. 16–21.
10. Розенталь Н.К., Чехний Г.В., Любарская Г.В. Бетоны с водоредуцирующими и уплотняющими добавками в сульфатных и хлоридных средах // *Цемент и его применение*. 2011. № 1. С. 106–110.
11. Патент РФ 2269777. *Способ определения диффузионной проницаемости бетона* / Розенталь Н.К., Чехний Г.В., Федоров Д.Ю. Заявл. 31.05.2004. Опубл. 10.02.2006. Бюл. № 4.

Результаты определения диффузионной проницаемости для хлоридов водонасыщенных образцов сухого торкрет-бетона в водонасыщенном состоянии приведены в табл. 2.

Диффузионная проницаемость торкрет-бетона для хлоридов со временем по мере гидратации цемента и уплотнения бетона снижается. Полипропиленовая фибра, введенная в состав торкрет-бетона для уменьшения растрескивания от усадки, увеличила диффузионную проницаемость. Объясняется это тем, что полипропиленовая фибра увеличивает воздухововлечение.

Полученные результаты ускоренных коррозионных испытаний позволяют рассматривать торкрет-бетон в качестве эффективной защиты бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Испытания на сульфатостойкость и диффузионную проницаемость торкрет-бетона для хлоридов продолжаются. Окончательные выводы об условиях и области применения, а также нормируемые параметры торкрет-бетона повышенной коррозионной стойкости будут уточнены после получения результатов длительных коррозионных испытаний.

References

1. Kuzmina E.S. Progressive technology of shotcrete-concreting. *Fundamental and Applied Research of Young Scientists Materials of the International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists*. Novosibirsk. 2017, pp. 106–110. (In Russian).
2. Denisova A.P., Kostina O.D. Revival of shotcrete in construction. *Resursoenergoeffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona*. 2011. No. 1, pp. 96–99. (In Russian)
3. Shvyrkov S.A., Petrov A.P., Nazarov V.P., Yur'ev Ya.I. Thermotechnical properties of concrete, shotcrete-concrete and shotcrete-fiber-reinforced concrete in conditions of hydrocarbon fire. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2016. Vol. 25. No. 12, pp. 5–12. (In Russian).
4. Ivashchenko Yu.V., Troncha L.A., Ryabukhin A.K. Development of an effective solution of a protective structure in difficult construction conditions. *Scientific provision of the agro-industrial complex Collection of articles on the materials of the IX All-Russian Conference of Young Scientists*. Krasnodar. 2016, pp. 793–794. (In Russian).
5. Melbye N., Dimmock R., Garshol K.F. Sprayed concrete for rock support. MBT International Underground Construction Group, Division of MBT Ltd. Switzerland. 2001. 247 p.
6. Moskvin V.M., Ivanov F.M., Alekseev S.N., Guzev E.A. Korrozija betona i zhelezobetona. Metody ih zashhity. [Corrosion of concrete and reinforced concrete. Methods of their protection]. Moscow: Stroyizdat. 1980. 536 p.
7. Stark I., Wicht B. Dolgovechnost' betona [Durability of concrete]. Kiev: Oranta. 2004. 295 p.
8. Rosental N.K. Korroziionnaja stojkost' cementnyh betonov nizkoj i osobo nizkoj pronicaemosti [Corrosion resistance of cement concrete of low and particularly low permeability]. Moscow: FSUE CPP. 2006. 520 p.
9. Sheynfeld A.V. Organomineralic modifiers as a factor increasing the durability of reinforced concrete structures. *Beton i zhelezobeton*. 2014. No. 3, pp. 16–21. (In Russian).
10. Rosental N.K., Chehny G.V., Lyubarskaya G.V. Concretes with water-reducing and sealing additives in sulfate and chloride media. *Cement i ego primenenie*. 2011. No. 1, pp. 106–110. (In Russian).
11. Patent RF 2269777. *Sposob opredelenija diffuzionnoj pronicaemosti betona* [Method for determining the diffusion permeability of concrete]. Rosental N.K., Chehny G.V., Fedorov D.Yu.; Declared 31.05.2004. Published 10.02.2006. Bulletin No. 4. (In Russian).



Т.В. Ляшенко, В.А. Вознесенский

Методология рецептурно-технологических полей в компьютерном строительном материаловедении

Одесса: Астропринт, 2017. 168 с. ISBN 978-966-927-311-6

В наши дни практически нет специалистов, работающих в области строительного материаловедения, незнакомых с работами Виталия Анатольевича Вознесенского и Татьяны Васильевны Ляшенко. Работы Виталия Анатольевича прошлых лет, из которых в первую очередь, на мой взгляд, следует выделить монографии «Статические решения в технологических задачах» (1968), «Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях» (1974, 1981), «Принятие решений по статистическим моделям» (1978), стали настольными для многих ученых, постигающих методы анализа результатов экспериментальных исследований.

Последующие работы Виталия Анатольевича с соавторами, в том числе монографии «Современные методы оптимизации композиционных материалов» (1983; здесь появился термин «экспериментально-статистическое моделирование»), «ЭВМ и оптимизация композиционных материалов» (1989), учебное пособие «Моделирование и оптимизация свойств композиционных строительных материалов» (1988) и учебник для вузов «Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ» (1989), посвящены основным положениям и методам экспериментально-статистического моделирования и применению компьютерных технологий в исследованиях широкого спектра композиционных строительных материалов. Это позволило исследователям совершенно иначе посмотреть на вопросы оптимизации составов, в том числе многокритериальной.

Вышедшая в издательстве «Астропринт» (Одесса) в 2006 г. монография В.А. Вознесенского и Т.В. Ляшенко «ЭС-модели в компьютерном строительном материаловедении» представила новую концепцию, в которой ЭС-модели используются для описания рецептурно-технологических полей характеристик материалов, а также набор инструментов для ее применения.

Изданная в прошлом году в том же издательстве монография авторов «Методология рецептурно-технологических полей в компьютерном строительном материаловедении» (к сожалению, эту книгу опубликованной Виталий Анатольевич уже не увидел) достаточно цельно представляет уже методологию, последовательно (используя «сквозной» пример исследования наполненного карбамидного связующего) вводит основные понятия, четко описывает нетривиальные методы и алгоритмы решения рецептурно-технологических задач.

Необходимо отметить, что данная монография также изложена в лучших традициях авторского коллектива, демонстрирующего умение преподнести сложный материал в достаточно понятной форме, чему, без сомнения, способствует множество конкретных примеров и иллюстраций.

Представленная в книге методология предполагает, что при исследовании и разработке строительных композиций соединяются: 1) априорные знания о материале и системный подход; 2) рациональный, планируемый натурный (реальный) эксперимент – базовый источник новых данных; 3) вычислительные эксперименты (виртуальные, использующие модели, в том числе построенные по данным натурального эксперимента) – для получения новых знаний.

Особенно важно, что модели нужны не сами по себе и не только для локального точечного прогноза, а для анализа, проектирования и выбора наиболее рациональных рецептурно-технологических (РТ) решений. Это подчеркивается как в рецензируемой книге, так и в предыдущих работах авторов. В частности, В.А. Вознесенский подробно описал около двадцати «типовых» задач, решаемых по одной ЭС-модели, а также задачи, решаемые по комплексу моделей.

Методология рецептурно-технологических полей, изложенная в данной книге, демонстрирует новые практически неисчерпаемые возможности для исследования строительных композиционных материалов на разных уровнях, разных матрицах, с комплексными добавками, с разнообразными наполнителями и заполнителями, с гибридными волокнистыми наполнителями (то есть многокомпонентные системы с многокомпонентными компонентами). Для этого предлагаются средства количественного анализа и обеспечения свойств материалов на всех этапах их жизни (свойств технологической смеси, характеристик формирующейся структуры, функциональных свойств композита, ха-

рактеристик деградации и утилизации, экологических, ресурсных, стоимостных, любых характеризующих материал критериев, в том числе интегральных, обобщенно называемых свойствами).

Книга показывает, что методология помогает справиться с многомерностью задач строительного материаловедения. Понятия полного и локальных полей свойств материала в координатах факторов рецептуры и процессов производства и эксплуатации, принцип структурирования системы факторов и описывающих поля моделей, использование обобщающих показателей полей и «вторичных» моделей (для таких показателей) позволяют вскрыть, увидеть, отобразить и измерить индивидуальное и совместное влияние РТ-факторов на свойства и их взаимосвязи. Особое внимание в книге уделяется визуализации рецептурно-технологических полей, а также примерам извлечения из моделей, построенных по реальным экспериментальным данным, свернутой в них и напрямую недоступной информации о связях рецептуры, технологии, структуры и свойств разнообразных композиционных материалов. Среди рассмотренных объектов исследования виброгасящие полимерные композиты на основе модифицированной эпоксидной матрицы, серпентиновый бетон, разрабатываемый для защиты от нейтронов в атомных реакторах, автоклавный ячеистый и товарный бетон, шлакощелочные вяжущие системы, фиброполимерцементные сухие смеси и т. д.

Особое внимание читателям следует обратить на легко реализуемый в диалоге с компьютером метод «наглядной» многокритериальной оптимизации. Показано, что с помощью Excel (или другого табличного процессора) можно найти многокомпонентные составы и технологические режимы, которые обеспечивают: 1) нормативные требования к свойствам; 2) лучшие значения отдельных критериев оптимальности; 3) компромисс между максимумами одних критериев (степень гидратации, адгезия, содержание утилизируемого отхода...) и минимумами других (пористость, плотность, вязкость, усадка, энергоемкость...) при выполнении требований к остальным, специфицируемым критериям (прочность, морозостойкость и др.). При этом очень важно, что нет необходимости назначать для интегрального критерия типа функции желательности неопределенные веса частным критериям.

Предлагаемый алгоритм достаточно универсален. Принципиально не ограничены ни число критериев, ни размерность факторной области; при поиске решений можно использовать любые модели, позволяющие рассчитать уровень свойства для любой из исследуемых рецептурно-технологических комбинаций. В книге приводятся многочисленные примеры успешной реализации метода при решении оптимизационных задач строительного материаловедения.

Уместным дополнением к основному тексту книги являются цитаты и комментарии, очень тонко расставленные авторами. Как не улыбнуться высказыванию Виталия Анатольевича: «Немного грустно оттого, что жизнь не оптимальна. Экстремумов полным-полно, но все они локальны...»

Также крайне важной является информация, приведенная Т.В. Ляшенко в Приложении 1, отражающая историю экспериментально-статистического моделирования. Приведенный анализ развития данного направления позволяет более глубоко осмыслить роль научной школы Виталия Анатольевича Вознесенского и его последователей в вопросах разработки методологии исследования, оптимизации и проектирования многокомпонентных композиционных материалов.

Хочу выразить особую благодарность Татьяне Васильевне, разместившей монографию «Методология рецептурно-технологических полей в компьютерном строительном материаловедении» в открытом доступе (<https://drive.google.com/file/d/1FCCYDYRe5jC10N3i6Wzwf1T4lgladhQF/view>), что будет способствовать более активному продвижению идей авторов. Без сомнения, данная книга станет значимым подспорьем для ученых разных поколений, занимающихся вопросами разработки эффективных композиционных строительных материалов.

*Д-р техн. наук, профессор кафедры строительных конструкций
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва»
Т.А. Низина*

З.К. ПЕТРОВА¹, д-р архитектуры (petrovaaz777@mail.ru);
С.В. ИЛЬВИЦКАЯ², д-р архитектуры, советник РААСН (ilvitskaya@mail.ru);
В.О. ДОЛГОВА¹, инженер; Б.С. ИСТОМИН², д-р архитектуры, советник РААСН;
В.П. ЭТЕНКО³, д-р архитектуры, Н.В. ДУБЫНИН³, канд. архитектуры

¹ ЦНИИП Минстроя России (119331, г. Москва, пр. Вернадского, 29)

² Государственный университет по землеустройству (105064, г. Москва, ул. Казакова, 15)

³ ОАО «ЦНИИпромзданий» (127238, г. Москва, Дмитровское ш., 46-2)

Развитие современного малоэтажного деревянного домостроения в России

Анализируются аспекты, связанные с проблемой дальнейшего развития малоэтажного и многоэтажного деревянного домостроения. Дано сравнение уровня развития отрасли в России и за рубежом. Установлен парадокс, который заключается в слабом развитии строительной отрасли деревянного домостроения в России, богатой лесом, в то время как в европейских странах, США и Канаде эта отрасль значительно развита. Выявлено, что наибольший объем применения древесины в малоэтажном строительстве отмечается в Приволжском и Центральном ФО, где большие объемы строительства и наибольшая плотность населения. Самый высокий уровень развития деревянного домостроения отмечается в Карелии, Архангельской и Вологодской областях (20–22%). Отмечена целесообразность использования ценных хвойных и широколиственных пород деревьев для деревянного домостроения. Дана классификация технологий строительства домов из дерева. Установлено, что в строительной отрасли экономически развитых стран широко применяются деревянные конструкции не только в малоэтажных домах, но и в современных многоэтажных домах (Финляндия, Франция, Япония и другие страны). Приведены примеры малоэтажного деревянного домостроения в России. Для развития деревянного домостроения в России необходима модернизация государственных стандартов по деревянному домостроению. Это позволит регламентировать наряду с малоэтажным многоэтажное деревянное домостроение для возведения экологически безопасных и экономичных зданий. Например, в Москве на месте старых пятиэтажек, которые идут под снос, представляет интерес экспериментальное строительство инновационных жилых комплексов с многоэтажными домами из деревянных конструкций как экологически безопасных (экокомплексов). В результате анализа состояния и перспектив развития отрасли деревянного домостроения установлено, что ее развитие положительно скажется на экономике государства и экологии жилой и окружающей среды. Важно только на месте вырубленных деревьев сажать новые ценные древесные породы, т. е. контролировать вырубку и посадку деревьев. Это следует зафиксировать в законодательных документах.

Ключевые слова: малоэтажное деревянное домостроение, многоэтажное деревянное домостроение, технологии, каркасная система, бревно, брус, деревянные панели.

Для цитирования: Петрова З.К., Ильвицкая С.В., Долгова В.О., Истомин Б.С., Этенко В.П., Дубынин Н.В. Развитие современного малоэтажного деревянного домостроения в России // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 74–78. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-74-78>

Z.K. PETROVA¹, Doctor of Architecture, (petrovaaz777@mail.ru); S.V. ILVITSKAYA², Doctor of Sciences (Engineering), Counsellor of RAACS, (ilvitskaya@mail.ru); V.O. DOLGOVA¹, Engineer; B.S. ISTOMIN², Doctor of Architecture, Counsellor of RAACS; V.P. ETENKO³, Doctor of Architecture, N.V. DUBYNIN³, Candidate of Architecture,

¹ TSNIP, Ministry of Construction of Russia (29, Vernadskogo Avenue, Moscow, 119331, Russian Federation)

² State University of Land Use Planning (15, Kazakova Street, Moscow, 105064, Russian Federation)

³ ОАО "TSNIPromzdany" (46-2, Dmitrovskoye Shosse, Moscow, 127238, Russian Federation)

Development of Modern Low-Rise Wooden Housing in Russia

Aspects related to the issue of further development of low-rise and multi-storey wooden housing are analyzed. The comparison of the level of development of the industry in Russia and abroad is made. A paradox, which is the weak development of the construction industry of wooden housing in Russia, rich in forest, while in European countries, the United States and Canada, this industry is significantly developed is established. It was revealed that the largest volume of the use of wood in the low-rise construction is shown in the Volga and Central Federal Districts, where large volumes of construction and the highest population density. The highest level of development of wooden house building is marked in Karelia, Arkhangelsk and Vologda regions (20–22%). The expediency of the use of valuable coniferous and broad-leaved tree species for timber construction is noted. The classification of technologies for construction of wooden houses is presented. It is established that in the construction industry of economically developed countries, wooden structures are widely used not only in low-rise buildings, but also in modern high-rise buildings (Finland, France, Japan and other countries). The examples of low-rise wooden housing construction in Russia are given. For the development of wooden house building in Russia, it is necessary to modernize the state standards for wooden house construction. This will make it possible to regulate the multi-storey wooden construction along with low-rise construction for the construction of environmentally friendly and economically efficient buildings. For example, in Moscow on the site of the old five-story buildings, which are being demolished, it is interesting to construct experimental innovative residential complexes with multi-story buildings of wooden structures as environmentally safe (eco-complexes). As a result of the analysis of the state and prospects of development of the industry of wooden construction, it is established that its development will have a positive impact on the economy of the state and the ecology of human habitat and the environment. It is important to just plant new valuable tree species on the site of the cut down trees, that is, to control the cutting and planting of trees. This should be recorded in the legislative documents.

Keywords: low-rise and multi-storey wooden housing construction, technologies, frame system, log, lumber, wooden panels.

For citation: Petrova Z.K., Ilvitskaya S.V., Dolgova V.O., Istomin B.S., Etenko V.P., Dubynin N.V. Development of modern low-rise wooden house in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 74–78. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-74-78> (In Russian).

Развитие малоэтажного строительства на территории России – актуальная проблема современного градостроительства. Несмотря на положительную динамику, в градостроительной практике нашей страны еще недостаточно применяется малоэтажная застройка.

Актуальность темы тесно связана с остротой жилищной проблемы, необходимостью выделения территорий для малоэтажного строительства в России. Проблема жилья в России – одна из самых острых социально-экономических проблем. Она затрагивает миллионы граждан и

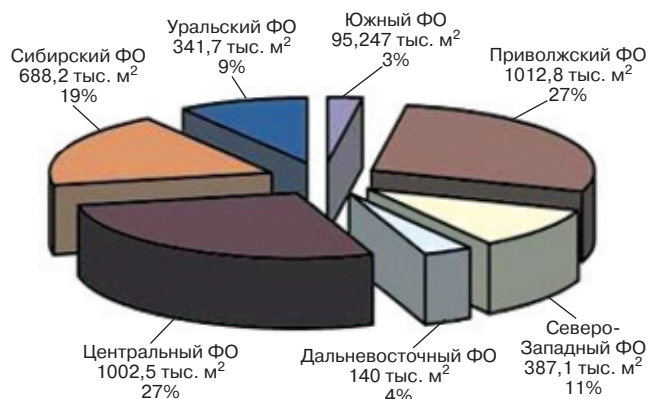


Рис. 1. Объем применения древесины в малоэтажном строительстве различных федеральных округов России

требует комплексного решения. Чтобы удовлетворить сегодняшнюю потребность населения в жилплощади, необходимо ввести как минимум 1,5 млрд. м² жилья [1].

Россия обладает почти четвертью мировых запасов леса (22%). Исторически дерево являлось традиционным и главным строительным материалом на Руси. Доля продукции деревопереработки в 1 м² вводимого жилища в современной России составляет не более 3–4%. Дерево – самый экологичный строительный материал, относительно возобновляемый ресурс. Деревянный дом – самое здоровое жилище. Расход энергии на строительство деревянного жилого дома из готовых стеновых панелей примерно на треть меньше, чем на строительство такого же дома традиционным способом [2–3].

Для строительства жилых домов используют ценные хвойные и широколиственные породы деревьев. Наиболее ценится для домостроения древесина из северных широт [4, 5]. Парадокс заключается в том, что в строительной отрасли европейских стран, США и Канады на 1 м² построенного жилья приходится от 0,5 до 0,7 м³ древесины, в России, богатой лесом, пока только 0,05 м³ (и это с учетом развития отрасли на протяжении последних пяти лет!). Например, в США более 95% домов строятся из дерева, в Финляндии – около 90%, в Канаде и Швеции – 83 и 78% соответственно. (Строительство дома из деревянных клееных панелей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://remstd.ru/archives/stroitelstvo-doma-iz-derevyannyih-kleenyih-paneley/> (дата обращения 21.01.2018 г.)

В настоящее время в планах Минстроя России намечено увеличить долю применения продукции деревянного домостроения в общем объеме строительства в стране до 20% к концу 2025 г. В ближайшее время планируется разработать стандарты на новые виды материалов на основе древесины и конструкции из них. Одновременно будут созданы нормативно-технические документы по пожарной безопасности деревянных домов [6–9]. (Строительство дома из деревянных клееных панелей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://remstd.ru/archives/stroitelstvo-doma-iz-derevyannyih-kleenyih-paneley/> (дата обращения 21.01.2018 г.)

В настоящее время наибольший объем применения древесины в малоэтажном строительстве отмечается в Приволжском и Центральном ФО, где самые большие объемы строительства и наибольшая плотность населения (рис. 1). В России есть регионы, где доля деревянного домостроения составляет 20–22% – это Карелия, Архангельская и Вологодская области. Успешный пример, где областные власти в реализации жилищных программ ставку делают на деревянное домостроение, – Архангельская область. В рамках реализации региональ-

ной программы переселения граждан из аварийного жилфонда в области было построено 147 домов, из них 92 дома в деревянном исполнении, а это 97 тыс. м². (Строительство дома из деревянных клееных панелей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://remstd.ru/archives/stroitelstvo-doma-iz-derevyannyih-kleenyih-paneley/> (дата обращения 21.01.2018 г.)

В Европе распространено брусовое домостроение, в Японии, Канаде, США – каркасное. В РФ выделяют три основные технологии: каркасное домостроение (5–15%); строительство панельного типа (50–55%); изготовление конструкций из массивной древесины (оцилиндрованное бревно, клееный брус) (35–40%). (Строительство дома из деревянных клееных панелей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://remstd.ru/archives/stroitelstvo-doma-iz-derevyannyih-kleenyih-paneley/> (дата обращения 21.01.2018 г.)

Всего существуют следующие технологии строительства деревянных домов: из клееного бруса, каркасно-панельные, из оцилиндрованных бревен, ручной рубки, каркасно-щитовые, каркасные, из профилированного бруса, щитовые дома [10, 11].

Строительство частных домов из готовых панелей в России развивается медленно. Сборные конструкции из панелей представляют собой «слоеный пирог» из ОСП (ориентированно-стружечных плит) и одного или нескольких слоев утеплителя. Один из вариантов решения проблемы предложили австрийские строители из компании KLN Massivholz, сумевшие совместить все положительные свойства клееного бруса и сэндвич-панелей. Но пришлось пожертвовать слоем утеплителя, в клееном бруске его тоже нет. Удалось сократить время строительства загородного двухэтажного дома площадью 250 м² до месяца. Относительно невысокая цена по сравнению с домом из клееного бруса, простота строительства и, самое главное, быстрота монтажа, а также экологичность делают дом из массивных деревянных клееных панелей весьма привлекательным [12]. Стандартная панель имеет толщину от 180 до 300 мм, высоту до 3 м и длину до 12 м. Из стандартной панели согласно проекту изготавливаются различные конструктивные элементы дома: стены, перегородки, полы, плиты перекрытий, плоскости кровли и т. д. В итоге еще на заводе создается полностью готовый дом-комплект и его остается только привезти с завода на стройплощадку и там собрать (Коттеджный поселок Брусландия в Истринском районе. [Электронный ресурс]: <http://bruslandiya.ru/> (дата обращения 05.03.2017 г.)

Почти 23% населения России проживают сегодня в деревянных домах со значительным сроком эксплуатации, из которых: 70% – строения, возведенные более 40 лет назад; 25% – здания возрастом 10–40 лет; 5% – дома, которым менее 10 лет. Большая часть населения считает, что цена на бревна и массивную древесину высокая, а новым технологиям не доверяет. Например, те же каркасные дома многие считают домами, подходящими для использования в качестве дач.

Во всех развитых странах основной потенциальный потребитель деревянного домостроения – средний класс. В России древесина считается материалом в основном для элитного малоэтажного строительства. В категориях элитное жилье и жилье бизнес-класса преобладают индивидуальные дома из оцилиндрованного и клееного бруса. Индивидуальные усадебные дома, загородные дачи и коттеджи эконом-класса возводятся преимущественно из клееного бруса или по каркасной технологии. (Деревянное домостроение в России: перспективы и парадоксы. «В производстве. Журнал бизнес-идей». [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://vproizvodstvo.ru/analitika_rynok/derevyannoe_domostroenie_v_rossii_perspektivy/ (дата обращения 21.01.2018 г.)

Основные мотивы, согласно которым приоритеты российских потребителей склоняются к деревянному домостроению, следующие:

– экологичность – дерево считается не только относительно возобновляемым ресурсом, но и самым здоровым строительным материалом для жилого дома, наиболее комфортным по физическим показателям микроклимата и созданию психологического комфорта для человека;

– потенциальная доступность древесины как сырья благодаря обширным ресурсам страны и программе государственного развития отрасли;

– высокая теплоемкость – сконструированный деревянный дом в соответствии с требованиями сбережения тепла позволяет сэкономить средства на обогреве помещений;

– короткий срок строительства зданий, особенно по индустриальным технологиям, по сравнению с железобетонными и кирпичными домами.

Пример застройки деревянными домами – коттеджный поселок Брусландия (рис. 2), который располагается в Истринском районе Московской области. Дома бизнес-класса площадью от 180 до 240 м² построены по пяти проектам. Материалы домов – клееный брус. Первый «умный дом» возведен в Воронеже (рис. 3). «Умный дом» – двухэтажное деревянное здание общей площадью 170 м², возведенное с применением экологичных материалов (деревянный брус). Здание используется как демонстрационный объект, Исследовательская лаборатория расположена на втором этаже. Помещения для проживания расположены на первом.

Энергоснабжение обеспечат солнечные батареи. В лаборатории начнут изучать воздействие материалов и конструкций дома на производительность труда и здоровье его будущих «временных жильцов». Если первый опыт окажется удачным, то такие дома планируется внедрять в градостроительную практику.

Проблемы и перспективы развития деревянного домостроения в России зависят прежде всего от модернизации отрасли. Это должно затронуть не только техническое обеспечение производства, но и учебно-лабораторную и материальную базу, так как устарело не только оснащение деревообрабатывающих предприятий, оставшихся «в наследство» со времен СССР, но и технологии, которые уже не отвечают современным требованиям [13–15].

Многие проблемы отрасли состоят в разобщенности участников технологического процесса. Эта разобщенность между звеньями одной технологической цепочки вызывает нехватку квалифицированного персонала и препятствует глубокому анализу ситуации в отрасли и быстрому реагированию на различные изменения потребительского спроса. Например, производители пиломатериалов не всегда идут навстречу строителям, чтобы не усложнять технологию изготовления. В свою очередь, строители могут создать плохую репутацию изделиям фирмы в конкретном регионе и по стране в целом.

Невысокий спрос на деревянное строительство внутри страны стимулирует производителя к экспорту сырья, а не переработанного высококачественного продукта. Поэтому происходит рост цен на древесину и деревянные дома в пределах РФ.

В целях внедрения инноваций необходимо менять нормативно-правовую базу. Устаревшая нормативно-правовая база, особенно в разделе противопожарной безопасности, представляет один из камней преткновения на пути развития в сфере деревянного домостроения.

Так, по действующим российским нормам деревянная архитектура может иметь максимум три этажа, не более 5 м высотой и площадью не свыше 500 м². Древесина обозначена как пожароопасный материал.

Еще один фактор, препятствующий развитию отрасли, – отсутствие кредитной поддержки для компаний,



Рис. 2. Коттеджный поселок Брусландия в Истринском районе. Вид на застройку



Рис. 3. «Умный дом» в Воронеже, 2017 г. (<http://www.radidomapro.ru/ryedktzij/green/green/v-voronezhe-postroili-umnyj-dom-po-iaponskim-tec-57542.php> (дата обращения – 04.02.2018 г.))



Рис. 4. Экспериментальное строительство многоэтажных деревянных жилых домов в Москве

специализирующихся на деревянном домостроении. Для дальнейшего развития отрасли разрабатываются механизмы, регулирующие компенсацию затрат предприятия на экспорт своей продукции.

В Финляндии, например, пересмотр государственных стандартов послужил толчком к стремительному развитию многоэтажного строительства с применением деревянных конструкций и изделий. В настоящее время в 33 регионах Финляндии действует программа «Деревянный город», предусматривающая создание жилых зон под деревянную застройку домами различных типов и конструкций – от индивидуальных коттеджей до многоквартирных пяти-шестиэтажных домов. Деревянные многоэтажные дома и отдельные жилые комплексы с многоэтажными деревянными домами строятся во Франции и других странах. (Деревянные многоэтажки во Франции [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://abu.by/ru/news/7474.html> (дата обращения 28.02.2018 г.))

Многоэтажное деревянное строительство, несмотря на то что является инновационным для России, успешно развивается в отдельных регионах. Например, в Перми введены в эксплуатацию многоквартирные трехэтажные дома из деревянных стеновых панелей. В 2018 г. на территории Вологодской области предполагается начало строительства завода по изготовлению CLT-панелей – строительного материала, активно используемого за рубежом для многоэтажного деревянного строительства.

В Москве могут построить новые многоэтажные деревянные дома. Пока деревянные здания будут строиться в рамках эксперимента (рис. 4). (Собянин С.С. поддержал идею строительства в Москве деревянных домов. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://rosvest.com/society/2110-sobyenin-proderzhal-ideyu-stroitelstva-v-moskve-derevyannyh-domov.html> (дата обращения 28.02.2018 г.)

В России деревянное домостроение наиболее востребовано в Вологодской, Архангельской областях (без Ненецкого АО), республиках Бурятия, Саха (Якутия), Коми, Тыва. В этих регионах по стеновым материалам на древесину приходится 90–95% относительно внутренней региональной структуры, а в Забайкальском крае, Иркутской области, Республике Алтай, Магаданской области – 70–80%. В 31-м регионе РФ из древесины возводится половина и более всех жилых домов. В этих регионах построено более 47,7 тыс. домов из древесины (по итогам 2013 г.). Развитие деревянного домостроения в России // *ЛесПромИнформ* 2015. № 2 (108). [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lesprominform.ru/jarchive/journals/itemshow/106> (дата обращения 27.06.2018 г.)

В течение трех лет Минстроем РФ намечено разработать нормативную базу, полностью регламентирующую многоэтажное деревянное домостроение. Согласно прогнозам аналитиков, за ближайшие 10 лет показатели объемов многоэтажного и малоэтажного строительства должны достигнуть оптимального соотношения 40% к 60%. (Деревянное домостроение в РФ: новые законы и перспективы // 13.06.2017. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.forline.ru/novosti/derevyannoe-domostroenie-v-rf-novye-zakony-i-perspektivy/> (дата обращения 21.01.2018 г.)

Список литературы

1. Петрова З.К. Основы развития малоэтажного градостроительства. М.: РААСН, 2013. 252 с.
2. Кривов А.С., Крупнов Ю.В. Дом в России. Национальная идея. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2004. 416 с.
3. Пригарин С.А. Тенденции развития малоэтажного жилищного строительства в России. М.: ИПЦ «Маска», 2010. 371 с.
4. Долгова В.О. Изменения культурного ландшафта сельских поселений с XVI до начала XXI века (на примере Калужской области) // *Градостроительство*. 2017. № 4. С. 31–37.
5. Андреева Л.А., Костюкевич П.А. Современная проблематика развития лесных массивов // *Градостроительство*. 2018. № 1. С. 79–83.
6. Грачёв В.А. Проблемы технической экспертизы малоэтажных деревянных срубных домов из оцилиндрованных бревен // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Сборник статей. Самарский государственный технический университет*. Самара, 2017. С. 32–37.
7. Матвеева О.И., Винокуров А.Т., Саввина Л.С. Исследование теплотехнических характеристик

Деревянное домостроение как область глубокой переработки с большой добавочной стоимостью и соответствующими налоговыми отчислениями может стать одним из драйверов российской экономики. Государственные структуры на самом высоком уровне готовы реализовывать потенциал деревообрабатывающей индустрии, развивать деревянное домостроение. Развитие отрасли положительно скажется на экономике и экологии государства, ведь дерево – полностью возобновляемый природный ресурс.

Выводы.

1. Россия обладает почти четвертью мировых запасов леса (22%), однако в строительной отрасли России на 1 м² построенного жилья приходится пока только 0,05 м³, а в европейских странах, США и Канаде от 0,5 до 0,7 м³ древесины.

2. Для России деревянное домостроение является перспективным направлением. Современные технологии массового возведения малоэтажного жилья из деревянных конструкций на основе промышленных методов позволяют обеспечить строительство таких домов в более короткие сроки, достичь меньшей себестоимости жилья по сравнению со строительством малоэтажных домов из блоков или кирпичных.

3. В строительной отрасли экономически развитых стран широко применяются деревянные конструкции не только в малоэтажных домах, но и в современных многоэтажных домах. В Москве на месте старых пятиэтажек, которые идут под снос, представляет интерес экспериментальное строительство инновационных жилых комплексов с многоэтажными домами из деревянных конструкций как экологически безопасных (экокомплексов).

4. Для развития деревянного домостроения в России необходима модернизация государственных стандартов по деревянному домостроению. Это позволит регламентировать наряду с малоэтажным многоэтажное деревянное домостроение для возведения экологически безопасных и экономичных зданий.

5. Развитие отрасли деревянного домостроения положительно скажется на экономике государства и экологии жилой и окружающей среды. Важно только контролировать вырубку и посадку деревьев. Это тоже должно быть зафиксировано в законодательных документах.

References

1. Petrova Z.K. Osnovy razvitiya maloetazhnogo gradostroitel'stva: monografiya [Basics of development of low-rise urban planning: monograph]. Moscow: RAASN, 2013. 252 p.
2. Krivov A.S., Krupnov YU.V. Dom v Rossii. Nacional'naya ideya [House In Russia]. Moscow: OLMA-PRESS, 2004. 416 p.
3. Prigarin S.A. Tendencii razvitiya maloetazhnogo zhilishchnogo stroitel'stva v Rossii. Moscow: IPC "Maska", 2010. 371 p.
4. Dolgova V.O. Changes in the cultural landscape of rural settlements From the XVI to the beginning of the XXI century (by the example of the Kaluga region). *Gradostroitel'stvo*. 2017. No. 4, pp. 31–37. (In Russian).
5. Andreeva L.A., Kostyukevich P.A. Modern problems of forestry development. *Gradostroitel'stvo*. 2018. No. 1, pp. 79–83. (In Russian).
6. Grachyov V.A. Problems of technical expertise of low-rise wooden log houses from round logs. *Traditions and innovations in construction and architecture. Construction: Collection of articles. Samara State Technical University*. Samara, 2017, pp. 32–37. (In Russian).
7. Matveeva O.I., Vinokurov A.T., Savvina L.S. Research of thermotechnical characteristics of experimental samples



- экспериментальных образцов ограждающих конструкций, изготавливаемых по технологии двойного бруса // *Строительные материалы*. 2017. № 6. С. 46–51.
8. Овсянников С.Н., Степанова Т.А., Топчубаев У., Овсянников К.С. Тепловая защита ограждающих конструкций быстровозводимых зданий на основе древесины // *Строительные материалы*. 2017. № 6. С. 52–54.
 9. Ломакин А.Д. Защита деревянных конструкций. М.: Стройматериалы, 2013. 424 с.
 10. Максаи Дж., Холланд Ю., Нахман Г. Проектирование жилых зданий. М.: Стройиздат, 1979. 488 с.
 11. Кесик Т.Д. Строительство деревянных каркасных домов в Канаде. М.: Стройиздат, 1982. 133 с.
 12. Петрухин А.Б., Острякова Ю.Е., Чистякова Ю.А. и др. Процессы строительства малоэтажного жилья: Современный аспект. Иваново: ЛИСТОС, 2014. 216 с.
 13. Петрова З.К., Долгова В.О. Освоение территорий для развития строительства жилья экономического класса в России // *Academia. Архитектура и строительство*. 2015. № 2. С. 112–116.
 14. Uffelen Ch. Ecological Architecture. *Braun Publishing AG*. 2009, pp. 388–391, 272–275, 394–397.
 15. Ларина А.С., Краснов В.А., Донец Д.В. Энергоэффективные технологии в строительстве каркасных деревянных домов // *Строительство – формирование среды жизнедеятельности: Сборник трудов VIII Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых*. М.: МГСУ, 2015. С. 984–986.
- of enclosing structures manufactured using double-bar technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 6, pp. 46–51. (In Russian).
8. Ovsyannikov S.N., Stepanova T.A., Topchubaev U., Ovsyannikov K.S. Thermal protection of enclosing structures of prefabricated buildings on the basis of wood. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 6, pp. 52–54. (In Russian).
 9. Lomakin A.D. Zashchita derevyannyh konstrukcij [Protection of wooden structures]. Moscow: Strojmaterialy. 2013. 424 p.
 10. Maksai Dzh., Holland Yu., Nahman G. Proektirovanie zhilyh zdaniy [Designing of residential buildings]. Moscow: Strojizdat, 1979. 488 p.
 11. Kesik T.D. Stroitel'stvo derevyannyh karkasnyh domov v Kanade [Construction of wooden frame houses in Canada]. Moscow: Strojizdat, 1982. 133 p.
 12. Petruhin A.B., Ostryakova YU.E., Chistyakova YU.A. i dr. Processy stroitel'stva maloetazhnogo zhil'ya: Sovremennyy aspekt [Processes of low-rise housing construction: Modern aspect]. Ivanovo: LISTOS, 2014. 216 p.
 13. Petrova Z.K., Dolgova V.O. The development of territories for the development of housing construction of economy class in Russia. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*. 2015. No. 2, pp. 112–116. (In Russian).
 14. Uffelen Ch. Ecological Architecture. *Braun Publishing AG*. 2009, pp. 388–391, 272–275, 394–397.
 15. Larina A.S., Krasnov V.A., Donec D.V. Energy-efficient technologies in the construction of frame wooden houses. *Construction – the formation of the environment of life. Collected Works of the Eighteenth International Interuniversity Scientific and Practical Conference of Students, Masters, PhD Students and Young Scientists*. Moscow: MGSU, 2015, pp. 984–986. (In Russian).



Вторичные материальные ресурсы для строительной индустрии

Федосов С.В., Щепочкина Ю.А., Румянцева В.Е., Коновалова В.С.

Иваново: ИВГПУ, 2016. 188 с.

Подготовка будущих работников строительной индустрии невозможна без детального изучения свойств и эксплуатационных характеристик различных строительных материалов и областей их применения. Такой объем знаний поможет студентам в последующей профессиональной деятельности при решении актуальных современных задач, касающихся строительства. Своеобразием данного справочника является то, что в нем обобщена информация по эффективному использованию вторичных материальных ресурсов применительно к строительной отрасли.

Справочник «Вторичные материальные ресурсы для строительной индустрии» состоит из трех глав: классификация отходов, виды отходов, утилизация отходов. Каждая глава иллюстрирована достаточным для освоения материала количеством рисунков, дающим представление о внешнем виде

отходов и установках по их переработке и утилизации. В первой главе справочника приводятся полные классификации вторичных материальных ресурсов. Разделы второй главы включают информацию об источнике образования отходов, их химическом составе и свойствах, а также о возможности применения в изготовлении строительных материалов и изделий строительной индустрии. В конце справочника приведен алфавитный указатель, который значительно упрощает поиск требуемой информации. Отличием данного издания от других является то, что доступность и простота изложения материала делают его понятным для широкого круга читателей и могут использоваться на различных этапах обучения и работы в строительной отрасли.

Справочник будет иметь практическое значение для строительных организаций, полезен административно-хозяйственным и инженерно-техническим работникам.

Заслуженный строитель РФ,
почетный строитель Ивановской обл.,
генеральный директор ООО «ДСК-Инвест+»
В.И. Бобылев

С.В. ИЛЬВИЦКАЯ¹, д-р архитектуры, советник РААСН (ilvitskaya@mail.ru);
 Д.Ю. ИЛЬВИЦКИЙ², канд. техн. наук, директор; В.П. ЭТЕНКО³, д-р архитектуры;
 Б.С. ИСТОМИН¹, д-р архитектуры, советник РААСН; Т.Н. КОЛЕСНИКОВА⁴, д-р архитектуры;
 Б.В. ПРЫКИН⁵, д-р техн. наук

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

² Проектная мастерская «Точка сборки» (127380, г. Москва, ул. Гиляровского, 7)

³ ОАО «ЦНИИПромзданий» (127238, г. Москва, Дмитровское ш., 46-2)

⁴ Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95)

⁵ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Инновационные технологии компьютерного моделирования конструкций и сооружений в проектировании и строительстве нового храма Сретенского монастыря в Москве

Продемонстрированы возможности использования инновационных технологий компьютерного моделирования конструкций и сооружений в процессе проектирования и строительства нового храма Сретенского монастыря в Москве. Статья посвящена опыту подготовки исходно-разрешительной документации и выполнения проектно-изыскательских работ с использованием информационного моделирования (BIM технологий) для строительства нового храмового комплекса в условиях исторической застройки, стесненного строительства и иных технических, технологических и градостроительных ограничений. В статье изложены результаты использования BIM технологий при решении инженерно-технических и проектных задач для нового храма Новомучеников и Исповедников Церкви Русской, доказывающие, что в результате внедрения инновационных технологий получен значительный экономический и социальный эффект, подтвержденный конкретными расчетами и рекомендациями.

Ключевые слова: проектирование, храмовый комплекс, BIM технологии, инженерно-технические решения, проектные задачи, информационная модель, экономическая целесообразность, социальный эффект.

Для цитирования: Ильвицкая С.В., Ильвицкий Д.Ю., Этенко В.П., Истомин Б.С., Колесникова Т.Н., Прыкин Б.В. Инновационные технологии компьютерного моделирования конструкций и сооружений в проектировании и строительстве нового храма Сретенского монастыря в Москве // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 79–87. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-79-87>

S.V. ILVITSKAYA¹, Doctor of Sciences (Engineering), Counsellor of RAACS, (ilvitskaya@mail.ru);

D.Yu. ILVITSKY², Candidate of Sciences (Engineering), Director; V.P. ETENKO³, Doctor of Architecture;

B.S. ISTOMIN¹, Doctor of Architecture, Counsellor of RAACS; T.N. KOLESNIKOVA⁴, Doctor of Architecture; B.V. PRYKIN⁵, Doctor of Sciences (Engineering)

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

² Design workshop "Point of Assemblage" (7, Gilyarovskogo Street, Moscow, 127380, Russian Federation)

³ ОАО "TSNIPromzdany" (46-2, Dmitrovskoye Shosse, Moscow, 127238, Russian Federation)

⁴ Orel State University named after I.S. Turgeneva (95, Komsomol'skaya Street, Orel, 302026, Russian Federation)

⁵ National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl'skoe Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Innovation Technologies of Computer Simulation of Structures and Facilities in Designing and Construction of a New Temple of the Sretensky Monastery in Moscow

Possibilities to use the innovation technologies of computer simulation of structures and facilities when designing and constructing a new temple of the Sretensky Monastery in Moscow are demonstrated. The article is devoted to the preparation of source-permission documentation and execution of design-survey works with the use of information simulation (BIM technologies) for construction of a new Temple complex under the conditions of historical development, constrained construction and other technical, technological, and urban development limitations. The article presents the results of the use of BIM technologies when deciding engineering-technological and design tasks for a new church dedicated to New Martyrs and Confessors of the Russian Church, which prove that, as a result of introduction of innovation technologies, the significant economic and social effect confirmed by concrete calculations and recommendation has been obtained.

Keywords: temple complex, BIM-technologies, engineering-technical solutions, design tasks, information model, economic reasonability, social effect.

For citation: Ilvitskaya S.V., Ilvitsky D.Yu., Etenko V.P., Istomin B.S., Kolesnikova T.N., Prykin B.V. Innovation technologies of computer simulation of structures and facilities in designing and construction of a new temple of Sretensky monastery in Moscow. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 79–87. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-79-87> (In Russian).

Согласно ряду принятых правительственных документов – Распоряжению Правительства Москвы № 2304-РП от 06.10.2008 «О разработке архитектурно-градостроительной концепции развития территории Сретенского ставропигиального мужского монастыря» и № 997-РП от 20.05.2009 «О развитии единого церковно-архитектурного ансамбля Сретенского ставропигиального мужского монастыря по адресу: ул. Б. Лубянка, д. 17, 19, Рождественский бул., д. 16, 18» [1]. С 2013 г. по благословению Святейшего Патриарха Кирилла по-

ложено начало проектированию и строительству нового храма Новомучеников и Исповедников Церкви Русской на крови, что на Лубянке, на территории Сретенского монастыря. Данный проект является результатом использования BIM технологий при решении инженерно-технических и проектных задач с применением программных продуктов: AutoCAD, Revit, Lumion, Pilot-ICE.

По замыслу наместника Сретенского монастыря епископа Егорьевского, викария Патриарха Москов-



Рис. 1. В.И. Ресин – депутат Государственной думы, советник мэра Москвы, советник Патриарха Московского и всея Руси по вопросам строительства; епископ Тихон – архиерей Русской православной церкви, епископ Егорьевский, викарий Патриарха Московского и всея Руси, управляющий Западным викариатством города, наместник Сретенского монастыря; Д.Ю. Ильвицкий (крайний справа), А.О. Золотарев (крайний слева) – руководители генпроектной организации



Рис. 2. Вид на территорию Сретенского монастыря в 2012 г.

ского и всея Руси, управляющего Западным викариатством города Тихона (Шевкунова), архитектура и убранство построенного и освященного в мае 2017 г. собора должны нести радость и свет (Архимандрит Тихон (Шевкунов). О новом храме Сретенского монастыря. <http://www.pravoslavie.ru/60331.html>).

В 2012 – начале 2013 г. проведен открытый конкурс на разработку архитектурной концепции нового храма. Для участия в конкурсной программе на создание проекта храма было прислано 48 работ. По результатам проведения конкурса определены победители [1–2].

После определения художественного образа храма по решению наместника Сретенского монастыря, епископа Егорьевского, викария Патриарха Московского и всея Руси, управляющего Западным викариатством города Тихона (Шевкунова) и В.И. Ресина – депутата Государственной думы, советника мэра Москвы, советника Патриарха Московского и всея Руси по вопросам строительства назначена генпроектная организация – ООО «Проектная мастерская «Точка сборки», которой предстояла большая проектная и научно-конструкторская работа по разработке технических решений для строительства храмового комплекса (рис. 1) [3–4].

В проектном решении учтены особенности сложившейся градостроительной ситуации, историко-архитектурные и археологические ресурсы территории. Значительная высота нового храма (42–49 м) по сравнению с высотой утраченной колокольни (около 30 м) отражает важную роль Сретенского монастыря – современного крупного православного духовно-просветительского и учебного центра [4].

Авторами применен комплексный подход к решению рассматриваемого узла градостроительных и объемно-планировочных задач, учитывая сложные условия исторического центра города, множество действующих ограничивающих факторов. Целью проекта является создание храма – памятника церковнослужителям и верующим людям, ставшим жертвами политических репрессий в определенный исторический период развития нашей страны, столетие начала которого отмечалось в 2017 г. А также воссоздание целостности исторически сложившейся композиционно-пространственной структуры монастыря как развивающегося, общественно-значимого духовного, культурного и просветительского центра не только столицы, но и всей России.

В связи с этим рассматривалась проблема значительного превышения нагрузки от паломников [3], прихожан и множества учебно-просветительских программ [5, 6], осуществляемых монастырем на ограниченной территории и при наличии единственного храма на 600 человек предельной вместимости, при значительном превышении ее в реальности до 1500 человек и более. Это отрицательно влияет на сохранность архитектурно-художественного ансамбля старого храма с фресками XVII в. и не позволяет в полной мере обеспечить необходимые режимы и условия на территории монастыря для реализации его потенциала.



Рис. 3. Схема земельных отношений перед началом проектирования объекта – нового храма Сретенского монастыря

Территория проектирования площадью 1,05 га расположена в районе Мешанский Центрального административного округа г. Москвы в квартале смешанной застройки со зданиями жилого, общеобразовательного и административного назначения.

Начальные этапы предпроектных изысканий связаны с разработкой ряда документов: правоустанавливающей документации на земельные участки и здания (на территории монастыря находилось семь земельных участков, 14 зданий); договоров и технических условий на подключение к инженерным сетям; нормативной документации и градостроительных регламентов на территорию монастыря; охранных и иных обязательств по зданиям, имеющим статус памятников истории и культуры; функциональной схемы монастырских служб.

Участок строительства расположен на территории мужского Сретенского монастыря в квартале с высокой плотной застройкой. Поэтому необходим был снос ветхих и некапитальных строений, мешающих организации пространства для функционирования здания храма, его хорошего обзора, кругового объезда и обхода в дни церковных праздников (рис. 2).

Подъезд автотранспорта и пешеходный подход к зданию храма осуществляются со стороны Рождественского бульвара и со стороны ул. Б. Лубянка. Противопожарный подъезд обеспечен со всех сторон зданий храма. Расположенная с южной стороны площадь между храмом и существующим зданием семинарии будет использоваться для проведения богослужений на открытом воздухе (Ильвицкий Д.Ю., Золотарев А.О. Опыт подготовки исходно-разрешительной документации и выполнения проектно-изыскательских работ на примере программы «Развитие территории Сретенского ставропигиального

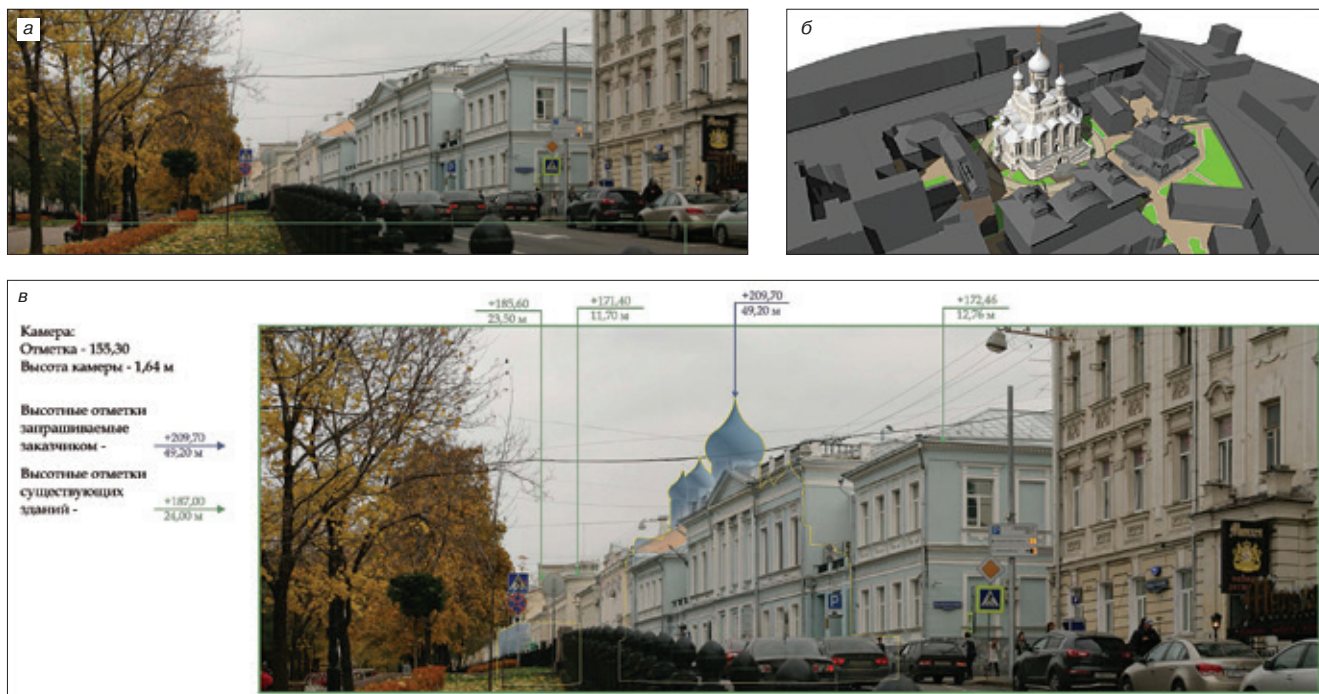


Рис. 4. Панорама сооружений Сретенского монастыря от Рождественского бульвара: а – существующее положение; б – компьютерный макет храмового комплекса; в – врисовка объектов проектирования. Высота камеры 156,94. Автор Е.Е. Соловьева

мужского монастыря. *Материалы Российского инвестиционно-строительного форума*. М., 2016).

Мошение брусчаткой или тротуарной плиткой предусматривается по всей территории, включая зону проезда. Тротуар решен с ним в одном уровне, с уклоном по направлению к нему и устройством по краю лотков для отведения воды. Территория проектирования ограничена: с севера – красной линией исторической застройки по Рождественскому бульвару; с востока – существующей застройкой смешанного типа на пересечении ул. Б. Лубянка и Рождественского бульвара; с юга – зданием семинарии; с запада – территорией владений 14–16 по Рождественскому бульвару (в основном двухэтажной застройки).

Следующим этапом стал сбор исходно-разрешительной документации, позволившей разработать следующие регламенты и предпроектные концепции: дорожная карта по объединению земельных участков и выпуска градостроительного плана земельного участка; дорожная карта по корректировке границ охранных зон памятников; программа охранно-археологических мероприятий, архитектурно-градостроительная концепция комплекса; технические и технологические задания на проектирование и строительство комплекса и др. (рис. 3).

Здания гармонично вписываются в сложившуюся градостроительную композицию исторических кварталов и существующей застройки, что подтверждено результатами проведенного ландшафтно-визуального анализа: сделано более 30 врисовок габаритов нового храма в натурные фотографии с различных градостроительных ракурсов (рис. 4) [7–9].

Храм имеет прямоугольную конфигурацию в плане, общая длина здания 45,6 м, ширина 42 м. Максимальная высотная отметка по уровню маковки креста +61,09 м. Здание каркасного типа выполнено из монолитного железобетона. За относительную отметку 0.000 приняты абсолютные отметки 160.80. Уровень ответственности здания – II (нормаль). Коэффициент надежности по назначению $\gamma_n = 1$. Степень огнестойкости здания – I. Класс функциональной пожарной опасности – Ф3.5 для зданий культовых и ритуальных посещений. Класс конструктивной пожарной опасности С0.

Объемно-пространственная композиция здания храма основана на принципе соподчинения пространства центральному объему и представляет собой пятиглавый, многостолпный четверик с одной апсидой, стоящий на стилобате [10]. Хоры располагаются на западной стороне храма.

В подземном этаже (отм. -5.150) расположены технические помещения (венткамеры, в том числе ДУ и ПД, технические помещения водоснабжения, ИТП), служебные помещения монастыря (помещения службы эксплуатации, мастерские), помещения хранения церковной утвари и риз. Доступ к помещениям подземного этажа осуществляется с уровня земли через рассредоточенные лестничные клетки, ведущие непосредственно наружу.

На первом уровне стилобата (отм. -1.700) располагаются служебные и вспомогательные монастырские помещения, швейная мастерская, помещения обслуживания риз (ризишная прачечная), архитектурная творческая мастерская, воскресная школа непостоянного использования (2–4 академических часа в субботу и воскресенье). Доступ к этим помещениям осуществляется с уровня земли через рассредоточенные лестничные клетки.

На втором уровне стилобата (отм. +2.200) располагается малый храм для проведения вспомогательных (неосновных) служб, аудитории и служебные помещения духовно-просветительского центра. Доступ к этим помещениям осуществляется через основной вход с отм. -0.500. Кроме того, с южной стороны запроектированы Патриаршие палаты в составе гостиной, рабочего кабинета и вспомогательных помещений с обособленным входом. Эвакуация из помещений стилобата организована через лестничные клетки, а также крыльцо южного входа.

В объеме лестничных клеток на отм. +6.100 расположен притвор, через который прихожане могут попасть в католикон (средняя часть храма) [10]. Его образует система перекрывающего купола и поддерживающих арка по периметру средней, открытой высь части храма. Такая конструкция позволяет избавиться от внутренних столбов и сделать пространство интерьера храма макси-



Рис. 5. 3D-модель храма. Вид с юго-запада 1



Рис. 6. Ход строительства: а – вид с юго-запада 1; б – вид с юго-запада 2



мально свободным и цельным. Симметричное пространство главного зала, максимально открытое через арочные проемы в сторону окон, направлено к смысловой доминанте – одноапсидной алтарной части, перекрытой полусферическим куполом и отделенной от него алтарной преградой [10]. Доступ к этим помещениям осуществляется через основной вход с отм. -0.500 двумя лестницами и лифтами (рис. 5–6).

Подъем для представителей маломобильных групп населения в основной объем храма обеспечивают два грузопассажирских лифта, расположенных симметрично относительно главной оси храма, лифты связывают вертикально подземную часть здания, стилобат, первый уровень храма и хоры. Два лифта используются как служебные и для перевозки грузов, технически приспособлены для работы пожарных подразделений. Лифты проходят через этажи храма и имеют остановки на отм. -5.100, -0.500, +6.100. Меньшей грузоподъемности служебный лифт находится рядом с зоной алтаря, имеет остановки на отм. -5.150, -1.700, +1.600, +2.200, +6.550, +12.700. Лифт объединяет ризницы, представительские покои с алтарем и хорами [10].

Для эвакуации из храма предусмотрены три лестницы, расположенные рассредоточенно, расстояние до наиболее удаленной точки не превышает 25 м (в соответствии с п. 7.2.2 СП 1.131.30.2009).

Для обеспечения эвакуации:

- из помещений предусмотрены выходы непосредственно по железобетонной маршевой лестнице;
- из подвала и цокольного этажа предусмотрены выходы непосредственно на улицу.

Мероприятия по противопожарной защите несущих строительных конструкций зданий и сооружений выполнены согласно СНиП 21-01-97* и обеспечивают предел огнестойкости не менее требуемого.

Исходя из замысла авторов внутренний двор монастыря приобретает характер «храма под открытым небом» – площадь, на которой могут собираться прихожане и участвовать в молебне с использованием южного фасада и балкона Патриаршего крыльца [9, 13]. Это повлекло за собой устройство со стороны семинарии развитой входной группы с широкими лестницами на уровень храма, расположенный на отм. + 6.100.

Рельеф проектируемой территории имеет уклон с юга на север с перепадом высот на участке около 1 м. Благоустройство территории вокруг храма включает также устройство площадок с озеленением [11, 12].

Таким образом, формируется комплекс, соответствующий как современным требованиям к проектированию здания в сложном градостроительном контексте, так и всем условиям монастырской жизни и деятельности. Объемные параметры нового здания не подавляют сложившийся ансамбль монастыря, а лишь завершают его архитектурно-градостроительное формирование. Планировочная схема, разработанная в увязке со всем монастырским комплексом, положена в основу вариан-

тов архитектурно-стилевого решения здания нового храма (рис. 7) [13, 14].

Архитектурные и объемно-планировочные решения приняты на основании анализа сложившейся окружающей градостроительной среды, расположения объекта в городской инфраструктуре, функционального назначения и требований пожарной безопасности.

В процессе разработки проекта храмового комплекса авторы – генпроектная организация ООО «Проектная мастерская «Точка сборки» применили современные инновационные технологии информационного моделирования (BIM технологии) и разработали трехмерную модель комплекса [7, 15].

Основными целями и задачами разработки информационной модели храмового комплекса сформулированы следующие позиции:

- повышение эффективности выполнения проектных работ за счет снижения себестоимости и сокращения сроков выполнения работ;

- снижение затрат на корректировки и возможность обеспечения вариантности проектирования.

Разработка информационной модели дает возможность авторам проекта нового храма получить следующие важные результаты:

- осуществлена возможность горизонтальной и вертикальной увязки дизайн-проекта интерьеров и фасадов (отделка и фасады со сложной геометрией) и архитектурно-строительной части;

- реализована геометрическая увязка инженерных систем со строительной частью (дает большие преимущества – исключение ошибок);

- сокращены сроки и затраты на корректировки проекта (дает возможность разработки вариантности проектирования);

- повышено качество ведения авторского и строительного надзора за ходом строительно-монтажных работ (обеспечивает удобное визуальное представление спроектированных конструкций и инженерных систем данных заинтересованным сторонам) (рис. 8) [7, 16].

Здание храма имеет пять этажей: подвальный этаж (высота 3,3 м); цокольный этаж (высота 3,6 м) и три надземных этажа (высота 1-го уровня от 3,55 м; высота 2-го уровня от 5,9 до 33 м; высота 3-го уровня от 4,9 до 9,5 м). Полезная площадь храма составляет 4692,8 м²; отопляемый объем храма – 28807 м³; коэффициент остекленности фасадов здания – 8. Шаги несущих конструкций надземной части:

- в направлении цифровых осей: 5,5; 5,75; 7 м;

- в направлении буквенных осей: 5,5; 5,75; 7 м.

Конструктивная схема храма представляет безригельный связевый каркас. Пространственная жесткость и устойчивость связевого каркаса обеспечивается единой пространственной системой вертикальных (пилонов, колонн, диафрагм, стен лестничных блоков и наружных стен) и горизонтальных (перекрытий) дисков. Плиты перекрытий и покрытий в большинстве случаев безбалоч-

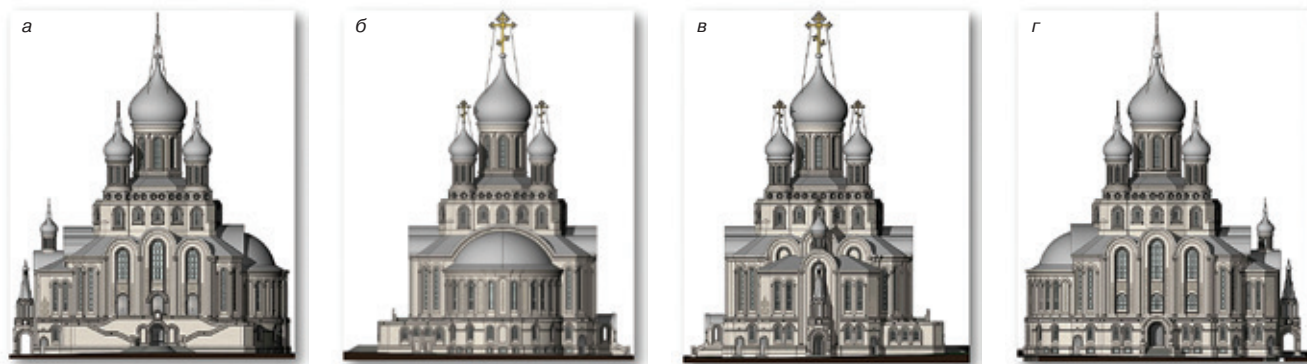


Рис. 7. 3D-модель: а – южный фасад; б – восточный фасад; в – западный фасад; г – северный фасад

ные. Максимальный пролет плит не превышает 7 м. Наружные стены трехслойные. Внутренний слой – стена из монолитного железобетона толщиной 250 мм. Средний слой – теплоизоляционный материал ROCKWOOL. Наружный облицовочный слой – плиты из натурального известняка Мячковского месторождения [6, 7].

Размеры сечений и материалы основных несущих конструктивных элементов из железобетона; расчет фундаментов произведен в программном комплексе «ЛИРА САПР 2013»: фундаментная плита монолитная железобетонная на естественном основании – плита толщина 800 мм, бетон В30 W10 F100; стены лестничных блоков толщиной 200 мм, В30 W6 F100; стены наружные в подвале толщиной 300 мм, бетон В30 W10 F100; колонны – 500×500 и 900×900 мм, бетон В30 W6 F100; диафрагмы толщиной 200 и 250 мм, бетон В30 W6 F100; плиты перекрытия толщиной 250 мм, бетон В30 W6 F100; плиты покрытия и конструкция купола толщиной 300 мм, бетон В30 W6 F100; промежуточные лестничные площадки толщиной 200 мм, бетон В25 W6 F100; лестничные марши толщиной 160 мм, бетон В25 W6 F100; стены лифтовых шахт толщиной 200 мм, бетон В30 W6 F100.

Купол монолитный железобетонный толщиной 300 мм; распором у купола служат опорные стенки-балки 900×4800 (h) мм. Жесткость куполу придают монолитные железобетонные ребра толщиной 300 и высотой 600 мм. Все конструкции купола выполняются из бетона В30 W6 F100. На куполе установлены барабаны: один большой диаметром 7 м в центре купола и четыре малых диаметром 3,5 м, выполненных из железобетона толщиной 200 мм. На барабанах установлены декоративные металлические купола, изготовленные на заводе. Барабан является декоративным, выполнен из монолитного железобетона диаметром 1,5 м с толщиной стенки 150 мм, выполняется из бетона В30.

Несущая конструкция центрального купола сборная, состоит из 24 отдельных блоков (листовая сталь 09 Г2С в виде объемных ферм) и собрана из двух ярусов объемных блоков по 12 элементов в каждом ярусе. Блоки представляют собой сварные объемно-пространственные конструкции с обрешеткой под оболочку купола, которая выполняется из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм из отдельных картин размером 1,5–2,2 м. Покрытие купола картами в рейку. Декоративное покрытие оболочки купола и креста выполнено из золота 999-й пробы, нанесенное методом гальванохимии.

Орнамент центрального купола содержит картины Евангелистов и Символы Христа [10, 15]. Золочение и палладирование орнамента производились в соответствии с принятым цветовым решением. Материал оболочки купола – нержавеющая сталь, покрытие – соль золота для покрытия дицианоаурат калия (золото гальваническое и золото сусальное). Покрытие креста –

сочетание золота 999-й пробы и палладия 999-й пробы с включением восьми хрустальных элементов красного цвета с прозрачной подложкой.

Купол собирали на строительной площадке, поднимали и водружали по абрису на несущее кольцо подъемными кранами (Архимандрит Тихон (Шевкунов). О новом храме Сретенского монастыря / Режим доступа: <http://www.pravoslavie.ru/60331.html>).

Несущая конструкция купола четверика собрана из двух ярусов объемных блоков по восемь в каждом ярусе. Каждый элемент состоит из двух ферм среднего журавля нижней и верхней сборки и раскосов и обработан методом холодного цинкования. Оболочка каркаса купола четверика выполнена из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм. Ее элементы разделяются по абрису на отдельные элементы длиной 900–1800 мм.

Покрытие каркаса оболочки купола четверика состоит из одного слоя золота и палладия серебристого цвета. Конструкции куполов (маковок) сборно-металлические из стальных прокатных элементов. Конструкции среднего купола, а также надвратного купола и креста аналогичны.

Предусматривается огнезащитная обработка металлоконструкций кровли: обработка ЛСТК огнезащитной краской «ТЕРМА ЛЮКС» и обработка КМ-конструкций ферм базальтовым огнезащитным материалом «Изовент-М».

Стилобатная плита перекрытия имеет большую толщину 400 мм и представляет монолитную железобетонную конструкцию. Плиты покрытия имеют сводчатую форму, распор сводов воспринимают колонны и стены.

По сводчатому покрытию устроены декоративные кровельные скаты, выполненные из деревянных конструкций. Деревянные конструкции декоративных кровельных скатов обработаны противокоррозионными пропитками и покрыты противопожарными красками. Гидроизоляция монолитных железобетонных плит покрытия и декоративных кровельных скатов выполнена из медных листов.

Упругая модель здания рассчитана на локальное воздействие и позволит учитывать изменившийся характер работы элементов. Расчет здания на прогрессирующее обрушение выполнен с учетом физической и геометрической нелинейности жесткостных характеристик элементов, обеспечивая наибольшую достоверность результатов расчета и снижение дополнительных материальных затрат. Для расчета здания использована пространственная расчетная модель, выполненная в программе ЛИРА-САПР 2013 [7–8].

Армирование элементов каркаса принято из арматурной стали класса А500С по ГОСТ Р 52544–2006 диаметром стержней 8; 12; 16; 20; 25; 28; 32 мм и арматурной стали класса А240 по ГОСТ 5871–82* диаметром стержней 6; 8; 10 мм.

Армирование всех элементов каркаса здания выполняется в виде вязаной арматуры из отдельных стержней длиной не более 12 м. В отдельных случаях предусмотрена возможность армирования конструкций сварными сетками и каркасами, изготавливаемыми на строительной площадке.

На основании дизайн-проекта интерьеров на отм. +6,100 и +12,100 для придания форм вертикальным конструкциям и устройства декоративных сводов разработаны несущие металлические подконструкции. Данные конструкции рассчитаны с учетом последующего нанесения на них тонкостенного торкрет-бетона толщиной до 100 мм с монтажом на него элементов интерьера из натурального камня или нанесения декоративной штукатурки под роспись. При этом за счет конструктивных решений минимизируется передача усилий на горизонтальные перекрытия. До нанесения торкрет-бетона все металлоконструкции окрашиваются антикоррозионной краской и покрываются огнезащитой. Для уменьшения температурных влияний на декоративные поверхности подобрана специальная смесь — Maregrout 430, а также армирование тонкостенных конструкций.

Для внутреннего объема храма (многоцветное пространство на отм. +6,100 с устройством хоров на отм. +12,100) в проекте заложены отдельные приточно-вытяжные установки с рекуператором с промежуточным теплоносителем, с фильтрами наружного и вытяжного воздуха класса фильтрации G4 и F5, клапаны наружного и удаляемого воздуха. Рекуператор с промежуточным теплоносителем состоит из двух оребренных теплообменников, соединенных закрытым контуром с водно-гликолевой смесью. Использован теплообменник в вытяжном воздухе с каплеуловителем и ванной для конденсата (рис. 9).

Раздача и забор воздуха производится для отдельных помещений через активные охлаждающие балки, а для некоторых помещений через потолочные диффузоры и регулирующие решетки, снабженные регуляторами расхода.

Подача и забор воздуха при помощи активных охлаждающих балок в режиме вентиляции осуществляется из централизованной системы вентиляции с использованием теплообменников для сохранения качества воздуха внутри помещения. Количество наружного воздуха на одного человека в помещениях, оснащенных системами кондиционирования воздуха, а также в других помещениях, не имеющих естественного проветривания, принято: 60 м³/ч в помещениях с длительным пребыванием людей (более 2 ч непрерывно); 20 м³/ч в помещениях с кратковременным (до 2 ч) пребыванием людей.

Оборудование приточно-вытяжной установки располагается в венткамере на отм. -5,150.

Для создания в храме требуемых условий комфортного микроклимата предусмотрены системы кондиционирования воздуха. Процесс кондиционирования воздуха для административных и общественных помещений стилобата осуществляется при помощи устанавливаемых в помещениях активных охлаждающих балок. Работа их предусматривается в режиме охлаждения по двухтрубной схеме. Место установки активных охлаждающих балок производилось непосредственно в подшивной потолок. Отвод конденсата от активных охлаждающих балок осуществляется в систему канализации с разрывом струи самотеком или при помощи встроенных в фанкойлы дренажных помп.



← Рис. 8. Вид информационной модели храма с инженерными сетями

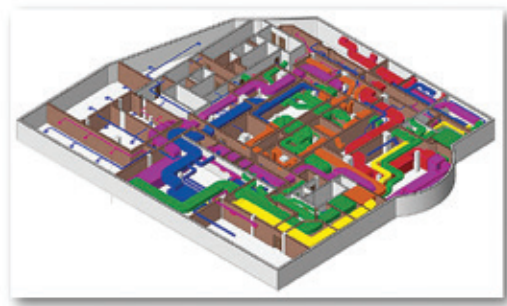


Рис. 9. Система вентиляции. Модель на отм. -5,150

Для снятия теплоизбытков в основном объеме храма на отм. +6,100, включая хоры на отм. +12,700, включены секции воздухоохладителей в приточных установках.

Снабжение холодной водой воздухоохладителей приточных вентиляционных установок и фанкойлов предусмотрено при помощи чиллера, расположенного в техническом помещении. В системе применены холодильные машины с воздушным охлаждением конденсатора и винтовыми компрессорами. Чиллер имеет два контура: внешний контур — теплообменник с теплоносителем — раствором этиленгликоля 40% и температурным графиком 8–16°С, внутренний контур — теплообменник — потребитель с теплоносителем — водой и температурным графиком 8–16°С. Используются группы циркуляционных насосов с низким уровнем шума. Воздухоохладители приточных установок и активные охлаждающие балки присоединяются к общей системе холодоснабжения через самостоятельные контуры.

По устройству молниезащиты здание храма относится к III категории и подлежит защите от прямых ударов молнии и от заноса высоких потенциалов через наземные (надземные) коммуникации (путем присоединения их на вводе в здание к заземлителям защитного заземления).

Для молниезащиты храма на пологих участках кровли предусматривается устройство молниеприемной сетки с шагом 10×10 м, закрепленной на кровле при помощи держателей. Узлы сетки должны быть соединены сваркой. Выступающие над кровлей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке. В качестве молниеприемников используются металлические (сталь любой марки) кресты куполов, так как их поперечное сечение >100 мм².

К каждому кресту приварено по два независимых токоотвода, выполненных из стали Ø8 мм (дополнительно по заземлению см. раздел 5.1.1-ЭС-К лист 14 графической части). Сетка соединяется с токоотводами, проложенными по наружным бетонным стенам храма по периметру с шагом не реже 20 м, закрепленными к ним при помощи скоб, до начала облицовочных работ. Сетка молниеприемник и токоотводы выполняются из стали Ø8 мм. Далее токоотводы присоединяются к заземлителю из полосовой стали 40×4 мм, прокладываемому в земле на глубине 0,5 м от планировочной отметки земли по периметру храма на расстоянии 1 м от фундамента.

С учетом выполненных предпроектных и изыскательских работ генпроектной организацией «Проектная мастерская «Точка сборки» на основе инновационных BIM технологий разработан и реализован следующий комплекс проектных работ:

- разработано архитектурно-градостроительное решение комплекса и согласовано с главным архитектором и архитектурным советом Москвы;

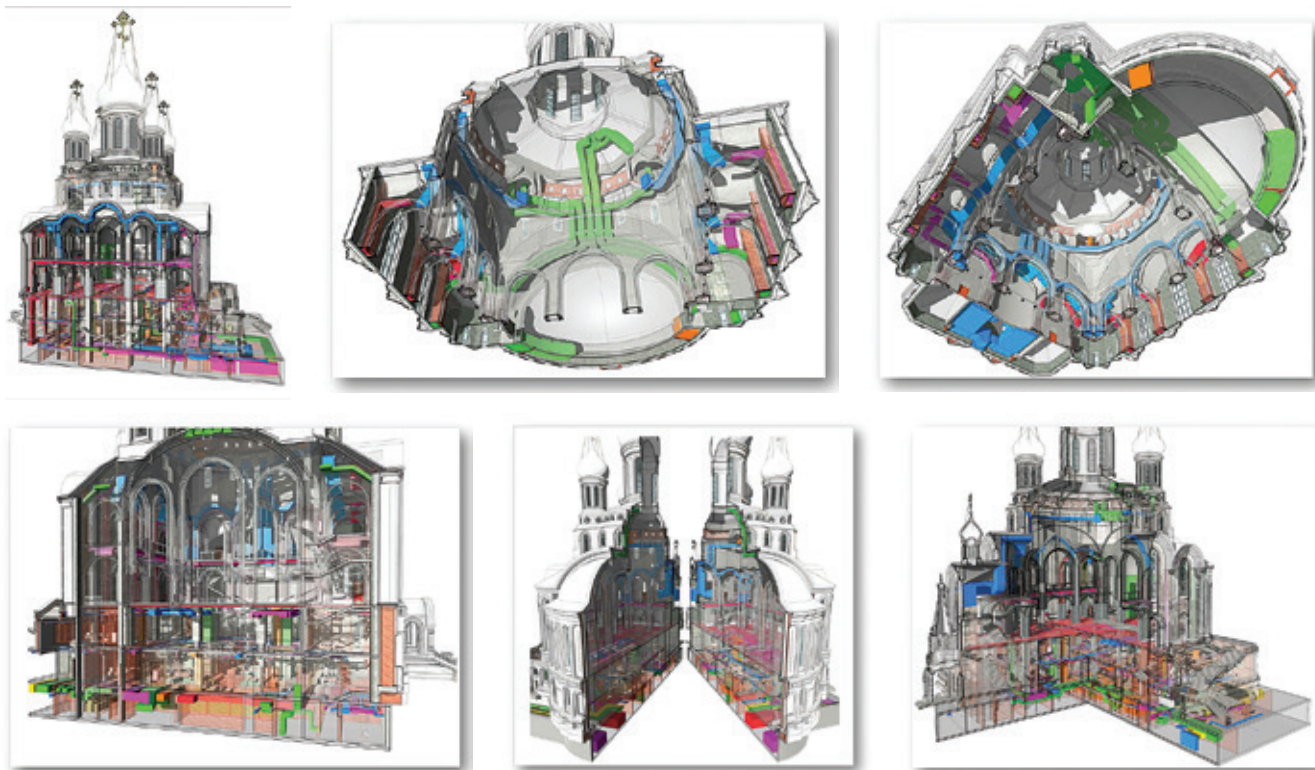


Рис. 10. Решение проблем геометрической увязки трасс инженерных систем с архитектурно-строительной частью храма

- разработана проектная документация на стадии «Проект»;
- проектные решения защищены в органах государственной экспертизы с получением положительного заключения;
- разработана рабочая документация для выдачи в «Производство работ»;
- получены регламентные согласования со всеми ресурсоснабжающими и эксплуатирующими и иными заинтересованными организациями (получено более 50 согласований);
- проведен авторский надзор на период выполнения строительно-монтажных работ для обеспечения реализации проектных решений.

В результате выполненного комплекса проектно-изыскательских работ с применением BIM технологий информационного моделирования авторам проекта нового храма удалось решить ряд инженерно-технических и проектных задач, поддержанных руководителями строительства нового храма Сретенского монастыря [7–8]:

- за границы пятна застройки храмового комплекса вынесены следующие виды инженерных сетей и сооружений: водопровод, канализация, ливневый водосток, теплосеть, газопровод и др.;
- выполнены мероприятия по защите пяти зданий и сооружений, попадающих под влияние нового строительства (включая существующий собор Сретения Владимирской иконы Божией Матери XVII в.);
- создан проект и ведется строительство храма, имеющего пять уровней (один подземный этаж; два этажа стилобата для размещения служб и малого храма; два уровня основного храма);
- в здании нового храма объемно-планировочными методами реализовано технологическое разделение маршрутов и потоков прихожан, сотрудников монастырских, инженерных и технических служб;
- реализовано обеспечение воздухообмена в основном храме в объеме 50 тыс. м³/ч;

- реализовано устройство конструкций монолитного железобетонного сводчатого купола площадью 335 м²;
- выполнено устройство четырех лифтов, включая лифты для перевозки маломобильных групп населения, пожарных подразделений и грузовые (перевоз крупногабаритных предметов мебели, церковного убранства);
- размещены современные инженерные системы вентиляции и кондиционирования с устройством систем рекуперации, обогреваемых поверхностей, системы безопасности и диспетчеризации комплекса (рис. 10) [6–7].

Проектные конструктивные решения храмового комплекса были выполнены с учетом сейсмического и иного возможного вибрационного воздействия, что подтверждается исследованиями [8].

После завершения проектирования по приглашению национального объединения изыскателей и про-



Рис. 11. Проект развития территории Сретенского монастыря – лучший проект НОПРИЗ

ектировщиков проектно-конструкторская разработка была представлена на V Российском инвестиционно-строительном форуме. Проект храма получил высокие оценки профессионалов и экспертов [16–17].

В 2016 г. проект храма стал лауреатом Профессионального конкурса на лучший инновационный проект (НОПРИЗ) в номинации «Лучший проект объектов культуры, отдыха, туризма и спорта». Проект включен в каталог НОПРИЗ (рис. 11). Сюжет о проектировании и строительстве храма вошел в научно-популярный фильм НОПРИЗ «BIM технологии: проектирование, строительство, эксплуатация». О технологии информационного моделирования высказались министр строительства РФ, Президент НОПРИЗ Михаил Посохин, а также ведущие эксперты BIM-рынка. Доклад о технологии проектирования и о достигнутых результатах был представлен на юбилейной конференции Autodesk University Russia 2016, мероприятие транслировалось онлайн и привлекло профессиональную аудиторию как в России, так и за рубежом [14, 15].

Список литературы

1. Ильвицкая С.В., Ильвицкий Д.Ю. Архитектурная концепция Храма-памятника в древнем московском монастыре // *Архитектура и строительство России*. 2015. № 11–12 (215–216). С. 16–24.
2. Метленков Н.Ф., Ильвицкая С.В. Новое направление в архитектурном образовании «Культовое зодчество: «за» и «против» // *Журнал Московской патриархии. Храмоздатель: Приложение о церковном зодчестве и убранстве храмов*. 2013. № 2 (3). С. 44–48.
3. Ильвицкая С.В., Швецова-Шиловская Е.А. Спасение от паломников // *Журнал Московской патриархии. Храмоздатель: Приложение о церковном строительстве*. 2013. № 2 (3). С. 48–56.
4. Беляев Л. Непривычная археология. Некрополи, храмы, культурный слой XVII века в монастырях Москвы // *Московское наследие*. 2014. № 2 (32). С. 23–28.
5. Ильвицкая С.В., Петрова Л.В., Булгакова Е.А. Домовые храмы вузов России – духовный катализатор храмотворческой деятельности // *Архитектура и строительство России*. 2016. № 1–2 (217–218). С. 43–52.
6. Субботин О.С. Архитектура православных храмов при высших образовательных учреждениях // *Жилищное строительство*. 2018. № 1–2. С. 10–15.
7. Ильвицкий Д.Ю., Золотарев А.О. Опыт проектирования нового храма в рамках развития исторической территории Сретенского монастыря с применением информационной технологии BIM // *Архитектура и строительство России*. 2016. № 1–2 (217–218). С. 63–75.
8. Капустян Н.К., Антоновская Г.Н., Климов А.Н., Басакина И.М. Оценка сильных сейсмических воздействий на здания по наблюдениям слабых вибраций // *Жилищное строительство*. 2015. № 3. С.37–42.
9. Ильвицкая С.В., Смирнов А.В. Принципы формирования архитектуры КДЦ в исторической среде // *Жилищное строительство*. 2012. № 1. С. 11–13.
10. Ильвицкая С.В., Охлябинин С.Д., Даниленко И.А. Глоссарий архитектурно-строительных терминов и научных дефиниций в области истории архитектуры и реставрации памятников архитектуры. М.: ГУЗ. 2015. 156 с.
11. Ильвицкая С.В., Поляков И.А. Этапы развития архитектуры и природы как единой системы //

На начало 2017 г. здание храма возведено, оснащено всеми инженерными системами, проведена пусконаладка и настройка инженерного комплекса, ведется отделка и внутренняя роспись. В конце мая 2017 г. Храм освящен Святейшим Патриархом Московским и всея Руси Кириллом, на освящении присутствовали Президент России В.В. Путин, мэр города С.С. Собянин и др.

Таким образом, проектно-конструкторская разработка «Проектирование нового храма Новомучеников и Исповедников Церкви Русской на крови, что на Лубянке, в рамках развития исторической территории Сретенского ставропигиального мужского монастыря с применением информационной технологии BIM», реализованная «Проектной мастерской «Точка сборки», доказывает, что в результате использования инновационных технологий получен значительный экономический и социальный эффект, подтвержденный конкретными расчетами и рекомендациями [16, 17], а также достигнуто устойчивое развитие нового объекта и всего комплекса монастыря в целом [18].

References

1. Ivitskaya S.V., Ivitskii D.Yu. The architectural concept of the Temple-monument in the ancient Moscow monastery. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii*. 2015. No. 11–12 (215–216), pp. 16–24. (In Russian).
2. Metlenkov N.F., Ivitskaya S.V. New direction in architectural education “Cult architecture:” for “and” against“. *Zhurnal Moskovskoj Patriarkhii. Hramozdatel'. Prilozhenie o cerkovnom zodchestve i ubranstve Hramov*. 2013. No. 2 (3), pp. 44–48. (In Russian).
3. Ivitskaya S.V., Shvetsova-Shilovskaya E.A. Saving from pilgrims. *Zhurnal Moskovskoy Patriarkhii. Hramozdatel'. Prilozhenie o tserkovnom stroitel'stve*. 2013. No. 2 (3), pp. 48–56. (In Russian).
4. Beljaev L. Unusual archeology. Necropolis, Temples, cultural layer of the XVII century in the monasteries of Moscow. *Moskovskoe nasledie*. 2014. No. 2 (32), pp. 23–28. (In Russian).
5. Ivitskaya S.V., Petrova L.V., Bulgakova E.A. House temples of Russian universities – the spiritual catalyst for the creation of churches. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii*. 2016. No. 1–2 (217–218), pp. 43–52. (In Russian).
6. Subbotin O.S. Architecture of orthodox churches at higher educational institutions. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 1–2, pp. 10–15. (In Russian).
7. Ivitskii D.Yu., Zolotarev A.O. Experience in designing a new Temple within the framework of the development of the historical territory of the Sretensky Monastery with the use of information technology BIM. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii*. 2016. No. 1–2 (217–218), pp. 63–75. (In Russian).
8. Kapustyan N.K., Antonovskaya G.N., Klimov A.N., Basakina I.M. Evaluation of strong seismic effects on buildings by observing weak vibrations. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 3, pp. 37–42. (In Russian).
9. Ivitskaya S.V., Smirnov A.V. Principles of formation of the architecture of the CDC in the historical environment. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 1, pp. 11–13. (In Russian).
10. Ivitskaya S.V., Okhlyabinin S.D., Danilenko I.A. Glossary of architectural and construction terms and scientific definitions in the field of the history of architecture and the restoration of architectural monuments. Moscow: GUZ. 2015. 156 p. (In Russian).
11. Ivitskaya S.V., Polyakov I.A. Stages of development of architecture and nature as a unified system. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2014, No. 11–12 (78), pp. 443–444. (In Russian).

- Естественные и технические науки*. 2014. № 11–12 (78). С. 443–444.
12. Ильвицкая С.В. Опыт конкурсного проектирования в контексте творческого образования архитектора-дизайнера // *Вестник РМАТ*. 2014. № 4. С. 102–106.
 13. Ильвицкая С.В., Смирнов А.В. Роль культурно-досуговых центров в исторической среде и сохранении объектов культурного наследия // *Жилищное строительство*. 2015. № 3. С. 1–6.
 14. Ильвицкая С.В. Пространства цивилизационного туризма и архитектурное наследие монастырских духовных центров // *Архитектура и строительство России*. 2017. № 1. С. 59–67.
 15. Ильвицкая С.В., Горбачев Д. Анаморфозы в архитектуре // *Архитектура и строительство России*. 2017. № 3. С. 116–117.
 16. Ilvitskaya S. V., Prihodko V.F. Innovative technologies in the field of topography, land management, territorial planning, construction and architecture // *Volume 365, 2018. XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering «Construction – The Formation of Living Environment» (FORM 2018). Preface, June 2018 (011001–011002). Smart City, June 2018 (022001–022070)*.
 17. Ильвицкая С.В., Швецова-Шиловская Е.А. Архитектурная организация современного монастырского музея на примере Свято-Троицкого Антониево-Сийского монастыря Архангельской области // *Вестник МГСУ*. 2018. № 2. С. 148–154.
 18. Ильвицкая С.В., Лобкова Т.В. «Зеленая» архитектура жилища и GREEN BIM технологии // *Архитектура и строительство России*. 2018. № 1. С. 108–113.
 19. Ilvitskaya S.V. Experience of competitive design in the context of the creative education of the architect-designer. *Vestnik RMAT*. 2014Z. No. 4, pp. 102–106. (In Russian).
 20. Ilvitskaya S.V., Smirnov A.V. The Role of cultural and leisure centers in the historical environment and the preservation of cultural heritage. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2015. No. 3, pp. 1–6. (In Russian).
 21. Ilvitskaya S.V. Prostranstva tsivilizatsionnogo turizma i arkhitekturnoe nasledie monastyrskikh dukhovnykh tse ntrov. *Arkhitectura i stroitel'stvo Rossii*. 2017. No. 1, pp. 59–67. (In Russian).
 22. Ilvitskaya S. V., Gorbachev D. G. Anamorphoses in architecture. *Arkhitectura i stroitel'stvo Rossii*. 2017. No. 3, pp. 116–117. (In Russian).
 23. Ilvitskaya S. V., Prihodko V.F. Innovative technologies in the field of topography, land management, territorial planning, construction and architecture. *Vol. 365, 2018. XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering «Construction – The Formation of Living Environment» (FORM 2018). Preface, June 2018 (011001–011002). Smart City, June 2018 (022001–022070)*.
 24. Ilvitskaya S.V., Shvetsova-Shilovskaya E.A. Architectural Arrangement Of Modern Monastery Museum: The Case Of The Holy Trinity Antony Of Siya Monastery Of Arkhangel'sk Region. *Vestnik MGSU*. 2018. No. 2, pp. 148–154. (In Russian).
 25. Ilvitskaya S.V., Lobkova T.V. “Green” architecture of the dwelling and GREEN BIM technologies. *Arkhitectura i stroitel'stvo Rossii*. 2018. No. 1, pp. 108–113. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ

В РСПП состоялось первое публичное обсуждение проекта национального техрегламента «О безопасности строительной продукции»

Документ подготовлен экспертной группой Ассоциации НОПСМ и Центром методологии и стандартизации в строительстве и в начале июля вынесен на рассмотрение представителей строительной отрасли.

Проект техрегламента направлен на решение задач, связанных с вопросами оценки соответствия продукции стандартам, государственного контроля и надзора за деятельностью участников рынка, наличием большого объема фальсификата и контрафакта на рынке строительных материалов. По некоторым видам материалов доля такой продукции может достигать 50%.

Заседание прошло под руководством первого заместителя председателя комитета РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия А.Н. Лоцманова, председателя Межотраслевого совета РСПП по техническому регулированию и стандартизации в строительной отрасли С.В. Пугачева, а также зампреда комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства Л. А. Бариновой.

Существующий технический регламент о безопасности зданий и сооружений не регламентирует строительную продукцию, а действующее постановление №982 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации...» распространяется лишь на некоторые группы материалов, а значит, не охватывает всю отрасль полностью. При этом в России наблюдается засилье контрафакта и фальсификата, что привело к появлению недобросовестной конкуренции на внутреннем рынке, снижению уровня доверия к российским производителям на мировой арене, а также существенно ухудшило качество возводимых объектов.

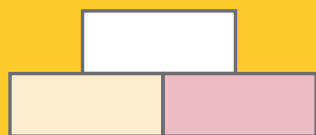
Разработанный документ может стать инструментом, который способствует наведению порядка на внутреннем рынке строитель-

ных материалов, а также позволяет российской стороне принимать участие в разработке технического регламента в рамках Евразийского экономического союза. Предлагаемая система декларирования четко разграничивает ответственность между изготовителем и производителем строительной продукции. Техрегламент не содержит в себе прямых требований к характеристикам строительной продукции, но прописывает механизм работы таких требований через стандарты. После прохождения процедуры соответствия продукции определенным стандартам, производитель будет нести ответственность за достоверность этих данных. Это позволит использовать инструменты технического регулирования для снижения объема контрафакта. При этом производитель должен будет задекларировать показатели для каждого целевого назначения продукции. Такое решение обусловлено тем, что строительные материалы сами по себе не являются конечным продуктом, а свои формы и свойства приобретают будучи встроенными в здания и сооружения. Таким образом, на первый план выходит безопасность и свойства продукции в зависимости от ее целевого назначения.

Представленный техрегламент получил широкий резонанс среди участников круглого стола. Многие эксперты высказались за принятие документа, представили свои дополнения и предложения по его доработке. Обсуждение первой редакции документа продолжится до 1.09.2018 г. Вносить свои предложения и замечания представители отраслевого сообщества могут как в рамках проводимых мероприятий, так и на онлайн площадках Нормативы24.рф и Ассоциации НОПСМ.

По материалам пресс-службы Ассоциации НОПСМ

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»



Спонсоры 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»®

Г.И. ЯКОВЛЕВ¹, д-р техн. наук (gyakov@istu.ru), В.П. ГРАХОВ¹, д-р экон. наук, А.Ф. ГОРДИНА¹, канд. техн. наук, А.В. ШАЙБАДУЛЛИНА¹, магистр, аспирант, З.С. САИДОВА¹, магистр; С.В. НИКИТИНА², инженер; Е.В. БЕГУНОВА¹, инженер; А.Э.М.М. ЭЛЬРЕФАИ³, канд. техн. наук

¹ Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова (426000, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7)

² ООО «Новый дом», ТМ «ПалИж» (426053, г. Ижевск, ул. Салютовская, 31)

³ Египетско-Российский университет (11829, Cairo-Suez road, Badr City, Cairo, Egypt)

Влияние дисперсий технического углерода на свойства мелкозернистого бетона¹

Показано, что введение технического углерода (сажи) в виде водной дисперсии в состав мелкозернистого бетона приводит к повышению прочности образцов при изгибе и сжатии до 50,25% при концентрации сажи 0,005% от массы цемента. Это происходит за счет уплотнения структуры цементной матрицы. Установлена зависимость физико-механических свойств от возраста дисперсии сажи, связанная с агрегацией частиц в хлопьевидные образования, приводящие к увеличению расхода дисперсии. Отмечается интенсификация процессов гидратации цемента, подтвержденная результатами ИК-спектрального и дифференциально-термического анализов. Установлено, что по степени модификации структуры цементной матрицы дисперсия сажи сопоставима с дисперсиями углеродных нанотрубок, при этом стоимость дисперсии сажи существенно ниже аналогичных углеродных наноструктур.

Ключевые слова: технический углерод, сажа, цементная матрица, модифицирование, макроструктура, ИК-спектральный анализ, дифференциально-термический анализ.

¹ Работа выполнена в рамках Государственного задания по заказу Минобрнауки России (проект 16.7823.2017/7.8).

Для цитирования: Яковлев Г.И., Грахов В.П., Гордина А.Ф., Шайбадуллина А.В., Саидова З.С., Никитина С.В., Бегунова Е.В., Эльрефаи А.Э.М.М. Влияние дисперсий технического углерода на свойства мелкозернистого бетона // *Строительные материалы*. 2018. № 8. С. 89–92. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-89-92>

G.I. YAKOVLEV¹, Doctor of Sciences (Engineering) (gyakov@istu.ru), V.P. GRAKHOV¹, Doctor of Sciences (Economics), A.F. GORDINA¹, Candidate of Sciences (Engineering), A.V. SHAIBADULLINA¹, Engineer, Z.S. SAIDOVA¹, Master; S.V. NIKITINA², Engineer; E.V. BEGUNOVA¹, Engineer; A.E.M.M. ELREFAI³, Candidate of Sciences (Engineering)

¹ Kalashnikov Izhevsk State Technical University (7, Studencheskaya Street, Izhevsk, 426069, Russian Federation)

² "Noviy Dom" OOO, TM "Pallzh" (31, Salutovskaya Street, Izhevsk, 426053, Russian Federation)

³ Egyptian-Russian University (11829, Cairo-Suez road, Badr City, Cairo, Egypt)

Effect of Dispersions of Technical Carbon on Properties of Fine Concrete¹

It is shown that the introduction of technical carbon (carbon black) in the form of an aqueous dispersion into the composition of fine concrete increases the strength of samples in bending and compression to of 50.25% at the concentration of carbon black of 0.005% by weight of cement. This is due to the compaction of the structure of the cement matrix. The dependence of physical and mechanical properties on the age of carbon black dispersion associated with the aggregation of particles into flake-like formations, leading to an increase in the dispersion consumption is established. The intensification of cement hydration processes confirmed by the results of IR-spectral and differential-thermal analysis is noted. It is established that by the degree of modification of the structure of the cement matrix, the carbon black dispersion is comparable with the carbon nano-tubes dispersions, at that the cost of carbon black dispersion is significantly lower than similar carbon nanostructures.

Keywords: technical carbon, carbon black, cement matrix, modification, macrostructure, IR-spectral analysis, differential-thermal analysis.

¹ The work was carried out within the State task by order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 16.7823.2017/7.8).

For citation: Yakovlev G.I., Grakhov V.P., Gordina A.F., Shaibadullina A.V., Saidova Z.S., Nikitina S.V., Begunova E.V., Elrefai A.E.M.M. Effect of dispersions of technical carbon on properties of fine concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 8, pp. 89–92. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-89-92> (In Russian).

Для модификации структуры и свойств строительных композитов гидратационного твердения в настоящее время используются углеродные наноматериалы: фуллерены, одно- и многослойные нанотрубки (МУНТ). Наряду с фуллеренами и МУНТ для улучшения физико-механических показателей цементных композиционных материалов в настоящее время активно используются двумерные структуры на основе графитовых пластинок толщиной в один атомарный слой – графены. Работы, в которых приводятся данные исследований, показывают улучшение прочностных показателей, повышение плотности структуры цементных матриц в составе бетонов и растворов [1].

Известны исследования, приведенные в работах [2–5] по использованию оксида графена для модификации цементных матриц, которые существенно влияют на изменение структуры и свойств цементных

композитов при добавлении в состав композиций оксида графена. Отмечается, что введение оксида графена способствует значительному повышению прочностных свойств цементных композитов (прочности при изгибе и сжатии), что обусловлено созданием благоприятных условий для формирования микроструктуры цементного камня [6–8].

В то же время технология массового получения графенов, пригодных для промышленного использования, отсутствует, соответственно стоимость их оказывается выше стоимости существующих углеродных нанотрубок. Оксид графена, выпускаемый в достаточных объемах для возможного использования при производстве цементных композитов, ограничен в использовании в связи со сложностью технологии и небезопасностью их производства из-за использования сильных окислителей. Таким образом, становится необходимым поиск

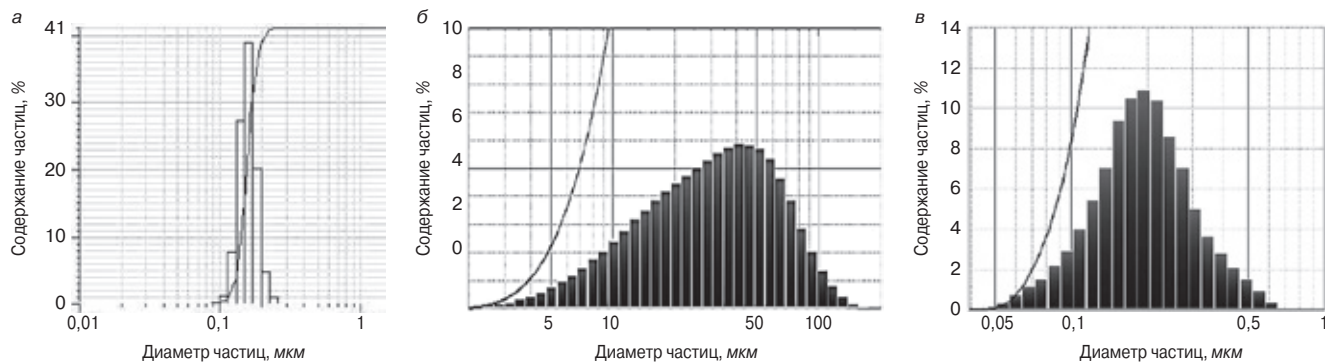


Рис. 1. Анализ распределения частиц дисперсии сажи: а – в возрасте 7 сут [9]; б – в возрасте 3 лет; в – свежеприготовленная дисперсия

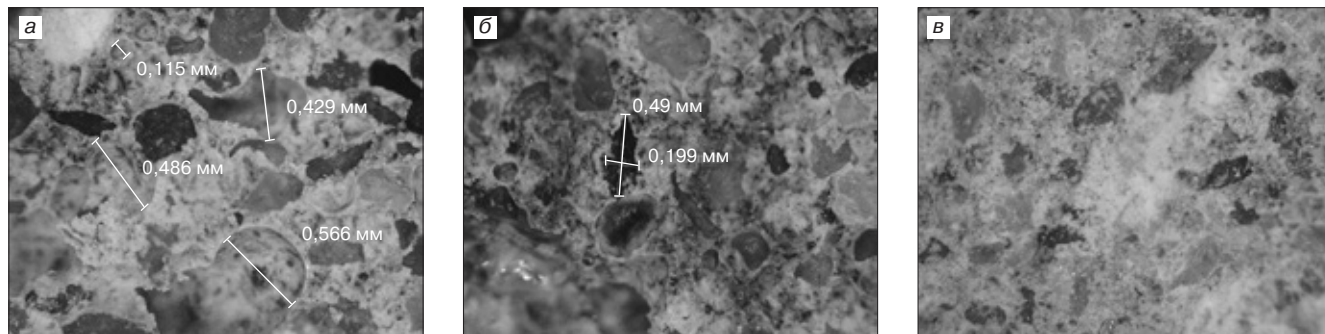


Рис. 2. Макроструктура мелкозернистого бетона, модифицированного дисперсией сажи при 200-кратном увеличении: а – контрольный образец (цифрами обозначены размеры пор); б – образец с дисперсией трехлетнего возраста (цифрами обозначен фрагмент агрегированной сажи); в – образец, модифицированный свежеприготовленной дисперсией сажи

таких форм углерода для массового использования в строительной индустрии, которые, имея дисперсность на нанометровом уровне и соответственно повышенную химическую активность, не увеличивали бы стоимость цементных бетонов и растворов больше, чем известные химические добавки, используемые для направленного изменения тех или иных показателей строительных композитов.

Исследования, проведенные группой ученых [9], показали, что введение в бетонную смесь ультрадисперсной сажи позволяет обеспечить плотную упаковку зерен цементной матрицы, улучшить межфазные контакты между матрицей и наполнителями, повысить прочность модифицированного бетона. Таким образом, сопоставив технологию производства и стоимость сажи, авторы предложили использовать дисперсии технического углерода.

Технический углерод (тривиальное название «сажа») – продукт с заданными свойствами, получаемый в результате контролируемого пиролиза или термоокислительного разложения жидких или газообразных углеводородов. По структуре частиц занимает промежуточное положение между аморфным углем и кристаллическим графитом. Межплоскостное расстояние между графитоподобными слоями составляет 0,35–0,365 нм (для сравнения, в графите 0,335 нм).

Размер частиц (13–120 нм) определяет дисперсность технического углерода. Основным физико-химическим показателем, характеризующим дисперсность, является удельная поверхность сажи. Частицы в процессе получения объединяются в агрегаты, которые слипаются в менее прочные образования в виде хлопьев.

По способу получения сажа классифицируется по ГОСТ 7885–86 «Углерод технический для производства резины. Технические условия»:

- К (канальная) получается путем осаждения отходящих газов горелки на металлической поверхности;
- П (печная) изготавливается в процессе сжигания топлива в печных камерах в условиях недостатка кис-

лорода с последующим отделением сажи из отходящих газов.

Сажа используется для производства индустриальных красок, пигментных препаратов и колеровочных паст. В частности, для производства универсальной колеровочной пасты CS.BK фирмы «Palizh»TM производства ООО «Новый дом» использовалась сажа пигментная с размером частиц 30 нм и удельной поверхностью 65–100 м²/г. Содержание пигмента в пасте – 34%.

Для проведения экспериментальной части исследования был использован описанный выше диспергированный концентрат сажи в водном растворе ПАВ, представленный в виде колеровочной пасты. Дисперсионный анализ данной добавки в возрасте 7 сут, выполненный на лазерном сканирующем анализаторе размера частиц Horiba LA 950, представлен на рис. 1, а; анализ добавки, выполненный на лазерном анализаторе SALD-7500nano в возрасте трех лет, – на рис. 1, б.

На основании представленных данных можно сделать вывод, что средний размер частиц составляет 0,1579 мкм, который в процессе хранения в течение трех лет увеличился до 31 мкм.

Для исследования влияния возраста дисперсии были изготовлены образцы-балочки мелкозернистого бетона

Образец	В/Ц	С, %Ц	$R_{изг}$ (контрольный/ опытный), МПа	$R_{сж}$ (контрольный/ опытный), МПа
1-я серия (7 сут)	0,4	0,02	5,36/6,83	25,63/30,84
1-я серия (14 сут)		0,02	4,95/6,31	28,97/32,53
2-я серия (7 сут)		0,005	4,67/5,92	22,16/29,48
2-я серия (14 сут)		0,005	4,24/5,06	19,66/29,54

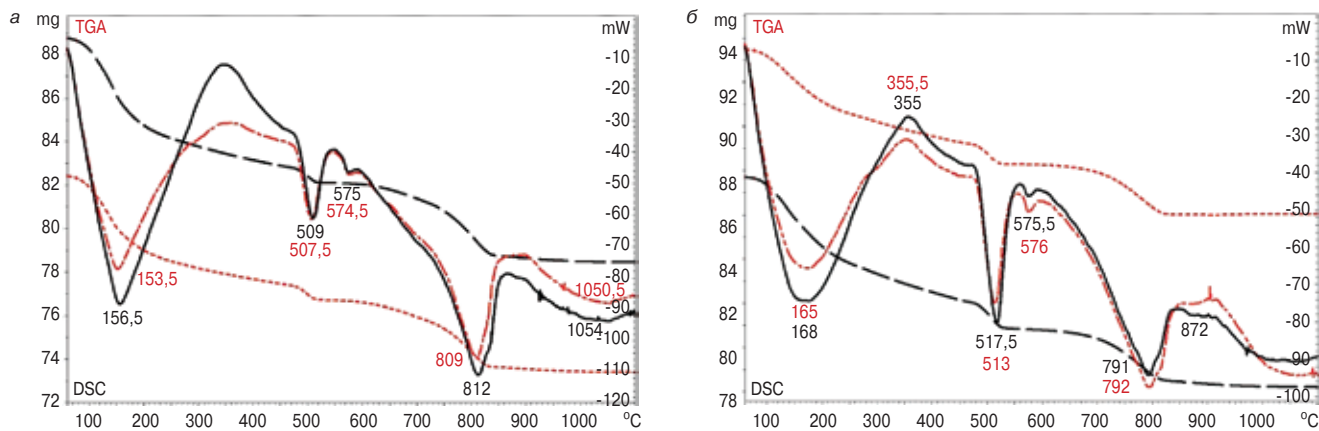


Рис. 3. Дифференциальная сканирующая калориметрия мелкозернистого бетона: а – образец, модифицированный дисперсией сажи в возрасте 3 лет; б – образец, модифицированный свежеприготовленной сажой

по ГОСТ 30744–2001 «Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка» с использованием сажи в возрасте трех лет (1-я серия) и свежеприготовленной (2-я серия). Для трехлетней сажи оптимальная концентрация составила 0,02%, для свежеприготовленной – 0,005%. Результаты физико-механических испытаний образцов, модифицированных дисперсией сажи, представлены в таблице.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что показатели прочности на 14-е сут при изгибе и сжатии при модифицировании дисперсией сажи в возрасте трех лет, соответственно повысились на 27,6 и 12,3% при концентрации сажи 0,02% от массы цемента. Показатели прочности на 14-е сут при изгибе и сжатии при модифицировании дисперсией свежеприготовленной сажи соответственно повысились на 19,5 и 50,25% при концентрации сажи 0,005% от массы цемента.

Для изучения процессов, происходящих при введении в смесь дисперсии сажи, проведены исследования макроструктуры модифицированных образцов, результаты которых представлены на рис. 2.

Как видно из представленных снимков, контрольный образец имеет значительное количество мелких пор с размером до 600 мкм. Образец, модифицированный дисперсией сажи возрастом три года, имеет явно выраженные включения агрегированной сажи. Структура образца, модифицированного свежеприготовленной дисперсией сажи имеет достаточно плотную и ровную зону контакта цементной матрицы с заполнителем.

Таким образом, макроструктура хорошо коррелирует с данными механических испытаний, приведенными в таблице: контрольные образцы имеют пониженную прочность в связи с высокой их пористостью; образец, приготовленный на сажу трехлетнего возраста, имеет меньшие показатели прочности и требует большего расхода сажи вследствие агрегации частиц сажи при длительном хранении. Лучшие показатели прочности образца на свежеприготовленной дисперсии сажи подтверждаются уплотняющим эффектом цементной матрицы в результате введения дисперсии сажи с нанометровыми размерами частиц, результаты измерений которых приведены на рис. 1, в.

С целью изучения состава новообразований был произведен синхронный термический анализ на дериватографе TGA/DSC1 компании Mettler Toledo модифицированных образцов, результаты которого изображены на рис. 3. На спектрах образцов, приготовленных с использованием сажи трехлетнего возраста, отмечается более интенсивный экзотермический эффект при температуре 355°C, связанный с выгоранием стабилизаторов дисперсии сажи органического происхождения. Установлен

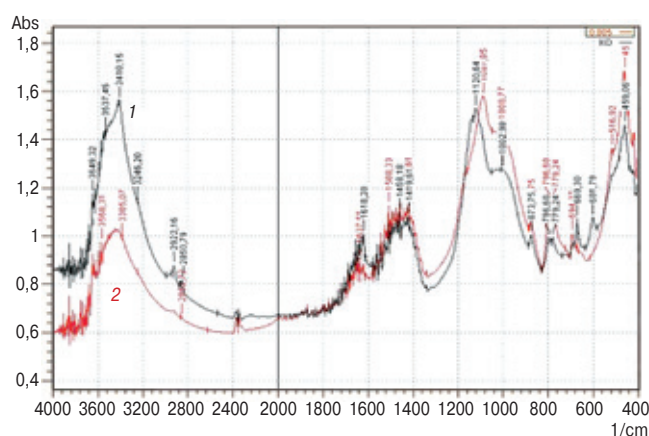


Рис. 4. ИК-спектры образцов: 1 – контрольный; 2 – модифицированный свежеприготовленной дисперсией сажи

экзотермический эффект при температуре 900°C, определяющий переход гидросиликатов кальция в воластонит с наложением экзотермии от выгорания сажи. На рис. 3, б отмечено снижение экзотермического эффекта при температуре 355°C, что объясняется меньшим содержанием добавки в образце (0,005%); при температуре в 900°C экзотермический эффект проявляется более интенсивно, что связано с более интенсивной кристаллизацией гидросиликатов кальция в воластонит.

Вероятно, это связано с изменением основности гидросиликатов кальция, образующихся в условиях влияния на них дисперсии сажи, что подтверждается результатами ИК-спектрального анализа.

ИК-спектральный анализ цементной матрицы, выполненный на ИК-спектрометре IRAffinity-1, показал существенное различие спектров образцов, модифицированных свежеприготовленной дисперсией сажи (рис. 4).

На спектре опытного образца снижается интенсивность линии поглощения в области 1008,7 см⁻¹ и отмечается смещение линий поглощения, соответствующих гидросиликатам кальция с 1120,64 до 1087,85 см⁻¹. При этом можно говорить об изменении основности гидросиликатов кальция, которое предполагает повышение прочности цементной матрицы. Линии поглощения со значениями 3385,07 и 1637,58 см⁻¹, соответствующие связанной воде, подтверждают уменьшение количества свободного гидроксида кальция за счет связывания его в гидросиликаты кальция, что также зафиксировано на линиях ТГ при температуре 513°C.

Таким образом, сопоставляя полученные данные, можно говорить о структурировании мелкозернистого

бетона дисперсиями сажи, приводящем к уплотнению контактных слоев между цементной матрицей и заполнителем, а также интенсификации процесса гидратации цемента с образованием гидросиликатов кальция меньшей основности за счет введения ультрадисперсной сажи. При этом данные эффекты по степени модификации структуры цементной матрицы сопоставимы с дисперсиями углеродных нанотрубок, а стоимость дисперсной сажи соответственно ниже в семь раз.

Список литературы / References

1. Hongjian Du, Hongchen Jacey Gao, Sze Dai Pang. Improvement in concrete resistance against water and chloride ingress by adding graphene nanoplatelet. *Cement and Concrete Research*. 2016. No. 83, pp. 114–123.
2. Shenghua Lv, Yujuan Ma, Chaochao Qiu, Ting Sun, Jingjing Liu, Qingfang Zhou. Effect of graphene oxide nanosheets of microstructure and mechanical properties of cement composites. *Construction and Building Materials*. 2013. No. 49, pp. 121–127.
3. Samuel Chuah, Zhu Pan, Jay G. Sanjayan, Chien Ming Wang, Wen Hui Duan. Nano reinforced cement and concrete composites and new perspective from graphene oxide. *Construction and Building Materials*. 2014. No. 73, pp. 113–124.
4. Elzbieta Horszczaruk, Ewa Mijowska, Ryszard J. Kalenczuk, Małgorzata Aleksandrak, Sylwia Mijowska. Nanocomposite of cement/graphene oxide – Impact on hydration kinetics and Young's modulus. *Construction and Building Materials*. 2015. No. 78, pp. 234–242.
5. Changqing Lin, Wei Wei, Yun Hang Hu. Catalytic behavior of graphene oxide for cement hydration process.

- Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 2016. No. 89, pp. 128–133.
6. Федорова Г.Д., Александров Г.Н., Смагулова С.А. К вопросу применения оксида графена в цементных системах // *Строительные материалы*. 2016. № 1–2. С. 21–26.
 6. Fedorova G.D., Aleksandrov G.N., Smagulova S.A. The study of graphene oxide use in cement systems. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 1–2, pp. 21–26. (In Russian).
 7. Федорова Г.Д., Александров Г.Н., Скрябин А.П., Байшев К.Ф. Влияние оксида графена на прочность при сжатии цементного камня // *Строительные материалы*. 2018. № 1–2. С. 11–17.
 7. Fedorova G.D., Aleksandrov G.N., Skryabin A.P., Baishev K.F. Influence of graphene oxide on compressive strength of cement paste. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 1–2. pp. 11–17. (In Russian).
 8. Yu Shang, Dong Zhang, Chao Yang, Yanyun Liu, Yong Liu. Effect of graphene oxide on the rheological properties of cement pastes. *Construction and Building Materials*. 2015. No. 96, pp. 20–28.
 9. Сарайкина К.А., Голубев В.А., Яковлев Г.И., Федорова Г.Д., Александров Г.Н., Плеханова Т.А., Дулесова И.Г. Модификация базальтофибробетона нанодисперсными системами. // *Строительные материалы*. 2015. № 10. С. 64–69.
 9. Sarajkina K.A., Golubev V.A., YAKovlev G.I., Fedorova G.D., Aleksandrov G.N., Plekhanova T.A., Dulesova I.G. Modification of basalt fiber concrete by nanodispersed systems. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 10, pp. 64–69. (In Russian).

Требования к статьям, направляемым для публикации в журнал «Строительные материалы»[®]

Уважаемые авторы!

Приступая к оформлению статьи для журнала «Жилищное строительство» внимательно ознакомьтесь с правилами и рекомендациями, размещенными на сайте издательства:

– Статьи серии «Начинающему автору» – www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

– Как подготовить к публикации научно-техническую статью – www.rifsm.ru/page/7

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

– текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf;

– графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;

– иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института);
- лицензионным договором о передаче права на публикацию;
- распечаткой, лично подписанной ВСЕМИ авторами;
- рефератом объемом не менее 100 слов на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»[®], ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания;
- сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов (заполненная информационная карта).

Особое внимание библиографическим спискам!

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

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

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

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

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

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

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

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

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

Следуйте рекомендациям, и публикация не заставит себя долго ждать!

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] №8



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1955 г. WWW.RIFSM.RU WWW.JOURNAL-CM.RU АВГУСТ 2018 г. (76)



ЛЕТ В РОССИИ JAHRE IN RUSSLAND

КНАУФ в каждой стране особенный: здесь трудятся граждане страны, здесь добывается местное сырье, здесь работают заводы, и местные потребители определяют направления нашего развития. КНАУФ во всех странах одинаковый: единые стандарты знаменитого немецкого качества продукции, единые требования к производству, охране труда и экологии, сервисная поддержка. И опыт, накопленный в каждой стране, делает компанию КНАУФ более эффективной, а продукцию — инновационной! За 25 лет деятельности в России компания КНАУФ инвестировала 1,5 миллиарда евро, построила и реконструировала 17 заводов и на этом не заканчивает, а продолжает свое развитие!

КНАУФ вместе с Россией!
Четверть века в масштабах страны!

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

№8



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1955 г. WWW.RIFSM.RU WWW.JOURNAL-CM.RU АВГУСТ 2018 г. (762)

СОДЕРЖАНИЕ

Я. КРАУЛИС

Люди – наш основной капитал..... 93

Л. БАРИНОВА

Смелость идти вперед 94

В. ФОГТ

Четверть века с КНАУФ 96

А. МАКЕЕВ

Самая крупная в Европе и самая современная в мире шахта КНАУФ по добыче гипса в Новомосковске 98

Ю. МИХАЙЛОВ

Картон для производства стройматериалов 102

А. ЗИМИН

Оправдать высокие ожидания клиентов – главная задача 105

Е. ПАРИКОВА

Обучение – составная часть комплектной системы КНАУФ..... 107

Н. ВОЛОДИНА

Ценности КНАУФ в основе управления персоналом 110

Л. ЛОСЬ

Благотворительность как часть человеческой и предпринимательской философии КНАУФ 113

А. БУРЬЯНОВ

Новые подходы и возможности в образовательных проектах НИУ МГСУ и компании КНАУФ 116

Е. ЮМАШЕВА

Системное взаимодействие со СМИ надежный инструмент формирования позитивного имиджа компании 118

Уважаемые читатели!

В 1993 г. начался отсчет российской истории немецкой компании КНАУФ после приобретения пакета акций Комбината термозвукоизоляционных и гипсовых материалов (ТИГИ) в г. Красногорске Московской области. Это было сложное время как для России, так и для Германии, поэтому начинать крупный инвестиционный проект многим со стороны казалось безрассудным.

Однако прошедшие 25 лет показали правильность и дальновидность принятого рискованного решения. Неукоснительно следуя семейным принципам, на которых базируются не только межличностные отношения сотрудников, но и философия предпринимательства, фирме КНАУФ удалось не только развить собственный бизнес, но и оказать существенное влияние на развитие всей гипсовой промышленности России и ряда стран СНГ.

В настоящее время группа КНАУФ СНГ – это 17 производственных предприятий, учебные центры, мощная разветвленная дилерская сеть, широкая благотворительная и просветительская программа. Сегодня фирму КНАУФ редко называют зарубежным инвестором. Своей каждодневной работой в одной упряжке со всей промышленностью строительных материалов компания по праву заслужила звание российского производителя высококачественных строительных и отделочных материалов.

Сотрудничество между фирмой КНАУФ и журналом «Строительные материалы»® началось более 23 лет назад. На его страницах освещались все значимые события в жизни компании от запуска новых заводов до детских художественных конкурсов.

Сегодня, в преддверии празднования четвертьвековой годовщины деятельности фирмы КНАУФ в России, мы предлагаем вниманию читателей спецвыпуск журнала «Строительные материалы», в котором руководители подразделений и партнеры компании рассказывают о своей работе.

Главный редактор **Елена Юмашева**



Люди – наш основной капитал



Дорогие читатели!

В 2018 г. международная группа КНАУФ отмечает 25-летие инвестиционной деятельности в России. 30 августа 1993 г. немецкая семейная компания КНАУФ приобрела первый пакет акций российского предприятия в Красногорске Московской области и стала полноправным отечественным производителем.

За исключением небольшого числа специалистов, для всего западного мира Советский Союз был своего рода черным ящиком. Из-за полувекового противостояния Запада и СССР в холодной войне все происходящее в нем скорее пугало, чем вызывало интерес. В этих условиях решение владельцев компании принять риск и начать вкладывать деньги в России, стране, которая в 1993 г. сама еще искала пути будущего развития, не могло быть продиктовано исключительно интересами бизнеса.

Нельзя сказать, что в фирме КНАУФ совсем ничего не знали о Советском Союзе: начиная с 1970 г. один из основателей компании доктор Альфонс Кнауф и доктор Франц Виршинг поддерживали регулярный обмен научным опытом с некоторыми советскими учеными и институтами. В конце 1970-х гг. в Москве было открыто представительство компании «КНАУФ-Инжиниринг». К этому времени достижения компании КНАУФ в области производства строительных отделочных материалов из гипса были признаны во всем мире.

Таким образом, специалисты и руководители КНАУФ имели возможность общаться с людьми из СССР на одном профессиональном языке, несмотря на то что родные языки у них были разные.

Главным аргументом в пользу начала инвестиционной деятельности в России стал колоссальный потенциал российского рынка: огромное количество людей нуждалось в улучшении условий жизни и работы, в ремонте существующих и строительстве новых зданий; здесь работали хорошо образованные добросовестные люди, чья мотивация была подорвана административно-командной системой. Но все это не сработало бы без стремления совладельца компании Николауса Кнауфа доказать, что при построении производственной и сбытовой деятельности по западным стандартам свободы предпринимательства в России можно производить продукцию такого же качества, какую КНАУФ производит во всех странах мира. И в компании КНАУФ решили производить на российских предприятиях

продукцию для российского рынка из местного сырья и руками местных специалистов.

Это был трудный путь. На российских предприятиях работали люди с прекрасным потенциалом, но в их активе не было знаний и навыков, опыта работы с технологиями, принятыми в фирме КНАУФ. В 1990-е гг. многие предприятия гипсовой промышленности были в упадке или вовсе разорены, произведенная продукция не была востребована и лежала на складах.

Российские мастера-отделочники не знали, что такое готовые модифицированные смеси, чаще всего изготавливали смеси по собственным рецептам прямо на строительной площадке; гипсокартон, или, как его еще называли, сухая штукатурка, не пользовался спросом из-за своего невысокого качества и отсутствия комплектующих, соответственно не имел сбыта.

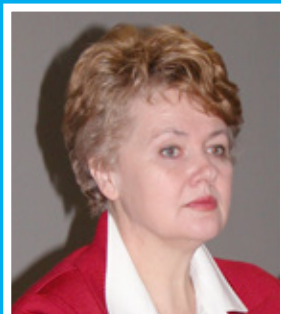
Над восстановлением и модернизацией российских предприятий, которые приобретала компания КНАУФ на первых этапах своей российской истории, работали международные команды специалистов: иностранцы учили, а россияне учились. И вот, спустя 25 лет, уже специалисты из России помогают строить и модернизировать предприятия в других странах мира. Через два года после начала инвестиций, в 1995 г. был открыт первый собственный учебный центр в России (г. Красногорск), начато сотрудничество с профильными учебными заведениями. И теперь российские участники борются за победу на международных молодежных соревнованиях профессионального мастерства.

В год своего 25-летия в России компания КНАУФ владеет семнадцатью производственными предприятиями, современным центром исследований и разработок, стройной системой обучения и продвижения. За эти годы компания инвестировала в стране 1,6 млрд евро.

На страницах этого издания руководители направлений и предприятий КНАУФ рассказывают, как строится их работа. И строится она людьми для людей – наших клиентов и партнеров, наших поставщиков и подрядчиков. Мы верим, что те люди, которые приходят и остаются с компанией КНАУФ – это лучшие люди и наш основной капитал, и мы дорожим ими.

Янис Краулис,

управляющий группы КНАУФ Восточная Европа и СНГ



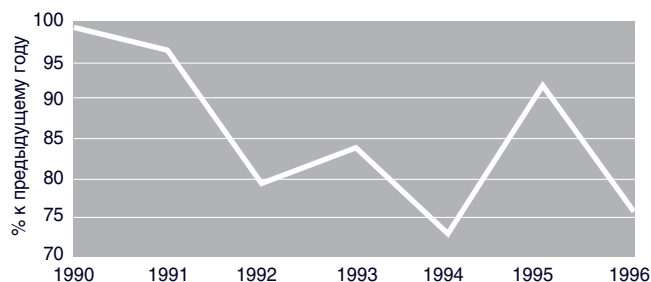
Смелость идти вперед

В 2018 г. в промышленности строительных материалов России состоится знаменательное событие – исполняется 25 лет работы в России немецкой компании КНАУФ, одного из первых и самых крупных инвесторов отрасли. В настоящее время, когда социально-экономические преобразования, сопутствующие смене экономической формации, позади, экономика относительно стабильна, изменения законодательной и нормативно-технической базы в определенной степени прогнозируемы и управляемы, наверное, не многие могут оценить смелость и риск такого стратегического решения.

Для этого следует оглянуться назад на 25 лет и вспомнить, в каких политических и экономических условиях германский инвестор пришел в Россию.

Начало 1990-х гг. было непросто как для России, так и для Германии. Ведь осенью 1990 г. состоялось долгожданное восстановление единства ФРГ и ГДР. И хотя начало перестройки восточногерманской экономики пришлось на период благоприятной конъюнктуры и устойчивого состояния государственных финансов, в 1992 г. экономика Западной Германии стала постепенно входить в фазу спада, который зимой 1992–1993 гг. перешел в один из самых глубоких за послевоенную историю страны кризисов.

В то же время развитие экономики России в 1990-х гг. проходило в условиях кардинальных структурных изменений всей системы государственного, экономического и политического устройства. К началу 1990-х гг. состояние российской экономики характеризовалось нарастанием глубоких кризисных явлений, имеющих системный характер. Самый тяжелый период экономического кризиса, который предопределил резкую дестабилизацию социально-экономической ситуации в стране и дальнейшее интенсивное снижение темпов экономического развития, пришелся на конец 1991 г.



Динамика физического объема производства промышленности строительных материалов в 1990–1996 гг. (в % к предыдущему году)
Источник: Российский статистический ежегодник. 1997: Стат. сб. / Госкомстат России. – М., 1997.

Во всех отраслях промышленности наблюдался резкий спад производства, практически полный развал финансовой системы привел к фактической натурализации хозяйственных связей. В условиях распада СССР нарастал разрыв хозяйственно-экономических и технологических связей между отраслями, предприятиями и регионами, сокращался объем и менялась структура внешнеторгового оборота.

В 1991 г. реальный объем валового внутреннего продукта по отношению к предыдущему году снизился на 5%, в 1992 г. – на 19–20%, в 1993 г. – на 12%.

Спад производства в начале 1990-х гг. носил общий характер, им были охвачены все отрасли экономики. В 1991 г. инфляция выросла в 2,6 раза. В 1992 г. падение промышленного производства составило 18,8% к 1991 г. Тенденция спада промышленного производства сохранялась в течение нескольких лет.

Резкое падение объема инвестиций, обусловившее в том числе ускоренный износ основных фондов, было вызвано резким сокращением объема централизованных капитальных вложений, финансируемых за счет средств бюджета, а также постоянным недостатком собственных финансовых ресурсов предприятий в результате падения рентабельности производимой продукции и обесценивания основного капитала; при этом в структуре затрат на промышленную продукцию, особенно в 1992–1993 гг., значительно снизилась доля амортизационных отчислений (с 12,1% в 1990 г. до 2,6% в 1992 г. и до 0,9% в 1993 г.), которые, как правило, использовались не по их прямому назначению (на модернизацию производства), а на приобретение материальных оборотных средств.

В этих условиях выходит Указ Президента РФ от 01 июля 1992 г. № 721 «Об организационных мерах по преобразованию государственных предприятий, добровольных объединений государственных предприятий в акционерные общества», Постановление Совета Министров и Правительства Российской Федерации от 10 августа 1993 г. № 763 «О приватизации предприятий и организаций строительства и промышленности строительных материалов» и ряд других нормативно-правовых документов, позволяющих на законодательном уровне изменить форму собственности предприятий и продолжить хозяйственную деятельность в новых экономических условиях.

Тогда же была разработана Концепция структурной перестройки строительной базы в условиях рыночных отношений, направленная в том числе на вытеснение традиционных неконкурентоспособных конструктивно-технологических систем домостроения менее энерго- и материалоемкими.

емкими, максимальное использование местных и вторичных материалов, снижение ресурсоемкости, энергоемкости и трудовых затрат, снижение в 2–2,5 раза продолжительности инвестиционного цикла, выпуск экологически чистых материалов и изделий с осуществлением мероприятий по охране окружающей среды.

Следует отметить, что одним из негативных последствий политических и социально-экономических преобразований в стране стало практически полное разрушение информационных связей, невозможность получить достоверные статистические данные по отраслям промышленности. В этих условиях НИИ научно-технической информации и экономики промышленности строительных материалов (ВНИИЭСМ) Министерства промышленности строительных материалов СССР являлся уникальной организацией, обладающей огромным объемом актуальной фактической информации и научной методологией ее обработки, а также уникальным в то время опытом проведения маркетинговых исследований (последнее стало возможным благодаря участию в Международном союзе строительных центров UIСВ, консультативном органе Комиссии по социальному и экономическому развитию ООН).

Именно в наш институт компания КНАУФ обратилась для получения аналитического обзора сырьевой базы гипсовой промышленности и прогноза ее развития.

В этой связи следует отметить, что конъюнктура для инвестиций в производство отделочных материалов была вполне благоприятной. Если основные строительные материалы более чем на 90% производились в России, то с отделочными материалами ситуация была прямо противоположная. По разным видам отделки импорт составлял от 50 до 80%, отечественная продукция не выдерживала конкуренции. Главной причиной этого был высокий износ технологического оборудования и устаревшие технологии.

Однако на Комбинате термозвукоизоляционных и гипсовых изделий — ТИГИ, бывшем Павшинском заводе по производству сухой гипсовой штукатурки, к началу 1990-х гг. ситуация была несколько иная. Развитию предприятия всегда уделялось повышенное внимание не только на уровне региона, но и страны в целом. Построенное согласно специальному постановлению Совета Министров СССР в очень короткие сроки (кстати, изначально, в 1949 г. на заводе было установлено немецкое оборудование, вывезенное из Германии по репарации), предприятие в 1950 г. начало выпускать остро необходимую стройке продукцию — сухую гипсовую штукатурку листами 2,7×1,2 м и 2,9×1,2 м. Водным транспортом (одна из причин строительства предприятия возле реки) материал отправлялся на крупнейшие стройки Москвы.

Через три года была введена линия по производству перегородочных плит, еще через семь лет, в 1960 г. — линия по производству цементного фибролита для развивающихся домостроительных комбинатов. В 1967 г. впервые в СССР на заводе был освоен выпуск звукопоглощающих минераловатных облицовочных плит АКМИГРАН...

Задачей этой статьи не является пересказать действительно славную советскую историю завода ТИГИ. Здесь



важно понимать, что в начале 1990-х гг. предприятие испытывало серьезные, характерные для всей промышленности трудности, но все-таки было достаточно технологичным для своего времени (в 1982 г. на заводе была установлена новая французская технологическая линия по производству гипсокартонных листов (ГКЛ)). Кроме того, завод имел достаточную сырьевую базу, коллектив высококвалифицированных работников, хорошие, хоть и пошатнувшиеся, связи со

строительными компаниями Москвы и Московской области. Кроме того, избранный в 1990 г. новым молодой директор А.А. Горовой сразу начал предпринимать попытки оздоровления экономики предприятия. В частности, на ТИГИ был создан один из первых в отрасли кооперативов, запущен цех по производству пенополистирольного утеплителя на немецком оборудовании, организовано обособленное сбытовое подразделение «ТИГИ-МАРКЕТИНГ», призванное обеспечивать завод «живыми» деньгами...

Поэтому не удивительно, что в 1993 г. в инвестиционном конкурсе за возможность стать партнером ТИГИ боролись кроме немецкой фирмы КНАУФ английская компания British Gypsum, а также российский потенциальный непрофильный инвестор АО «СОВРЫБФЛОТ». От фирмы КНАУФ поступило наиболее привлекательное предложение с точки зрения прямых денежных вложений и технического обновления производства. И уже в конце 1994 г. было создано совместное российско-германское предприятие СП «ТИГИ КНАУФ», ОАО.

Вот в таких непростых политических и экономических условиях, в обстановке нестабильности и неясных перспектив, не имея гарантий успеха началась инвестиционная деятельность немецкой компании КНАУФ в России, 25-летие которой мы отмечаем в этом году.

Конечно, это было смелое решение владельцев компании, несмотря на уже имеющиеся деловые связи в России, перспективы развития на рынке, остро нуждающемся в качественных материалах, значительный запас прочности в вопросах финансов, технологии и инженерии.

Смелость предопределяет риски — временем, деньгами, эмоциями и другими ресурсами. Она требует принятия возможности потерь, препятствий, трудностей и временных неудач. Через все это компания КНАУФ с честью прошла за 25 лет работы в России, став полноправным российским производителем высококачественных строительных отделочных материалов, которые производятся на российских предприятиях силами российских специалистов для российского строительного комплекса. Слова одного из владельцев компании Николауса Кнауфа: «Мы пришли в Россию, чтобы создать русский КНАУФ» — реализовались в полной мере.

Лариса Барина, канд. хим. наук,
 вице-президент Российского союза строителей, Первый
 заместитель председателя комитета Торгово-
 промышленной палаты Российской Федерации по предпри-
 нимательству в сфере строительства и ЖКХ, заместитель
 Председателя Госстроя России (1998–2004 гг.)



Четверть века с КНАУФ

Так сложилось, что я работаю в фирме КНАУФ 25 лет, столько же, сколько компания присутствует в России. По окончании университета я два года проработал на заводе КНАУФ в Германии, а затем был направлен в Россию. В то время д-р Хайнер Гамм, руководивший российским направлением КНАУФ, создавал группу технических специалистов для проведения аудита потенциальных инвестиционных проектов. Это были как действующие предприятия (в Красногорске, Новомосковске, Псебае), так и промышленные площадки, на которых как таковых предприятий не было (Кунгур).

Меня часто спрашивают, почему компания КНАУФ во многих случаях предпочитала вкладывать инвестиции в действующие предприятия с изношенным оборудованием, инженерными сетями, долгами? Ведь построить завод на новом месте менее хлопотно. Сегодня, опираясь на двадцатипятилетний опыт работы в компании КНАУФ в разных странах, я могу ответственно утверждать, что в большинстве случаев вкладывать деньги в существующее предприятие стратегически выгоднее. И главным преимуществом здесь являются специалисты, которые шаг за шагом, вместе с нами выводили свои предприятия на новый технический и экономический уровень. Такие специалисты становятся самыми лучшими и верными сотрудниками. Их дальнейшую работу на предприятиях, особенно в отдаленных регионах, трудно переоценить. Более того, уровень российских специалистов настолько вырос, что в настоящее время их направляют в другие страны для помощи местным коллегам на новых предприятиях группы КНАУФ (например, в Египет, Польшу и даже в Германию).

В последние 25 лет компания КНАУФ добилась существенного роста, превратившись из европейской компании в группу мирового масштаба, оставаясь при этом семейной, чьи предприятия расположены на нескольких континентах. С настоящее время группа КНАУФ располагает самым современным производственным оборудованием, которое постоянно совершенствуется с перспективой на будущее. В ногу со временем идет расширение ассортимента. Помимо традиционных для компании материалов на основе гипса, потребителям предлагаются изоляционные материалы, продукция на основе цемента, готовые к применению составы.

Россия стала для компании КНАУФ регионом самого сложного и стремительного развития. За относительно короткое время на территории России создано 17 пред-

приятий, выпускающих широкий ассортимент строительных и отделочных материалов. И качество этой продукции одинаково высокое не только на всех предприятиях КНАУФ в России, но и во всем мире.

Также в России, в отличие от других стран, особенно сильно развито направление горной добычи. Практически все свои предприятия мы обеспечиваем сырьем самостоятельно. Более того, часть добываемого сырья поставляется другим отраслям промышленности, например цементной.

Нас часто спрашивают о возможном переходе на вторичное гипсовое сырье в России, в частности на гипс, получаемый при обессеривании отходящих газов ТЭЦ, работающих на угле, как в Германии. Конечно, это благородная задача, и по возможности такое гипсовое сырье надо использовать. Однако следует помнить, что во всем мире, в том числе в Германии, происходит постепенный отказ от угольного топлива в пользу газового. Это повлечет сокращение образования вторичного гипса. Так что и в Германии фирма КНАУФ сейчас ведет работы по открытию нового гипсового рудника для обеспечения своих заводов природным гипсом.

В своей работе компания КНАУФ придерживается принципа минимального воздействия на окружающую среду. Поэтому горные работы ведутся в строгом соответствии с законодательством и нормативно-техническими документами. Постоянно ведется рекультивация выработанного пространства карьеров. В России КНАУФ хорошо обеспечен сырьем. Тем не менее компания серьезно рассматриваем любые новые возможности расширения своей сырьевой базы.

Оборудование для своих предприятий компания КНАУФ закупает и заказывает по всему миру. Однако производственный потенциал компании усиливается определенной независимостью от внешних поставщиков оборудования. Мы самостоятельно можем изготовить и смонтировать не только отдельные детали для оборудования, но и целые производственные установки. Это делает нас более свободными от импорта, повышает профессиональный уровень наших работников, позволяет сохранить ноу-хау внутри компании. Кроме того, локализация производства оборудования в России помогает развиваться местным поставщикам. С каждым годом мы становимся все менее зависимыми от внешней среды. Санкции вызывают досаду, но не способны задержать нашего развития, наоборот – мы воспринимаем это как вызов для ис-

питания наших способностей. Конечно, иногда наше стремление к независимости от внешних обстоятельств сравнивают с натуральным хозяйством, однако в сложившихся условиях мы не видим в этом ничего плохого.

Как было отмечено выше, во всех странах мира мы производим продукцию, к качеству которой предъявляются единые высокие требования. Якорные виды продукции выпускаются практически всеми предприятиями постоянно. Например, знаменитая гипсовая штукатурная смесь «Ротбанд» недавно «отметила» 50-летний юбилей.

Однако при разработке ассортиментной линейки учитываются региональные особенности. Мы выявили высокие требования потребителей в странах СНГ к качеству поверхности стен после нанесения штукатурки. С целью наиболее полного соответствия ожиданиям потребителей мы адаптируем наши продукты или разрабатываем новые, например Сатенгипс или ХП Старт.

Чтобы обеспечивать повсеместно одинаково высокое качество продукции нашим специалистам приходится постоянно вести кропотливую работу по корректировке рецептур в зависимости качества используемого сырья и добавок.

В России этой работой занимается подразделение исследований и разработок в Красногорске. Конечно, новые материалы, например АКВАПАНЕЛЬ, ранее не выпускавшиеся в России (как и во многих других странах), разрабатываются специалистами научно-исследовательского центра КНАУФ в Ипхофене.

Система менеджмента качества предполагает, что каждый работник вовлечен в контроль качества на своем месте. Соответствие требованиям к качеству подтверждается внутренним и внешним независимым аудитом. В группе СНГ нас проверяют аккредитованные организации TÜV из Германии.

Сотрудники компании КНАУФ являются ее основным капиталом. И это не фигура речи. Труд верных делу, хорошо образованных, вовлеченных в процесс работников гораздо эффективнее. На открывающиеся вакансии персонал набирает специальная комиссия, задачей которой является найти компетентных и увлеченных работников. После отбора проходит обучение на заводе. Регулярно организуются мероприятия по повышению квалификации.

Образовательные программы, по которым работает Академия КНАУФ, дают те же знания, что и на предприятии в штаб-квартире КНАУФ в Ипхофене. Но поистине «золотым запасом» фирмы являются опыт и знания, накопленные нашими ветеранами. Удивительна глубина вовлеченности, с которой наши пенсионеры участвуют в работе по подготовке к запуску новых предприятий или в подготовке молодых кадров для новых заводов. Дополнительно у нас отлажена система профессионального обучения, в составленных рядах есть специалисты по всем профессиональ-



Постоянный контроль качества на всех операциях



Рекультивированный гипсовый карьер

ным вопросам. Мы целенаправленно развиваем это направление, принимая участие в международных проектах и проходя обучение у поставщиков. Все знания документируются и передаются дальше.

С учетом вышеизложенного, запуск новых заводов стал для нас обычным делом. Успешный запуск был у предприятия в Звенигово (Республика Марий Эл), которое уже спустя полгода работает в три смены. Сложности же возникают каждый раз, как дело доходит до инфраструктуры, поставок газа или снабжения электричеством. Тут часто нарушаются обещания. Преодоление таких субъективных препятствия является нерациональной тратой времени, сил и средств.

Как и в авиации, безопасность является приоритетом компании КНАУФ. В России разработан специальный стандарт безопасности, который в настоящее время внедряется на всех предприятиях группы КНАУФ СНГ. В этом вопросе Россия служит примером в международной группе КНАУФ. На предприятиях не допускается никакой терпимости к нарушениям безопасности. Об этом известно, и все действуют, исходя из этого. Такого же отношения мы требуем от предпринимателей в нашем регионе поставки. Это постоянная каждодневная работа, которая никогда не прерывается. Международный обмен опытом в этой области помогает нашим работникам поддерживать свой уровень знаний и учиться на опыте других предприятий.

Компания КНАУФ не останавливается на достигнутом. В планах открытие новых заводов в России, расширение нашего присутствия в Средней Азии, разработка и освоение производства новых продуктов.

За 25 лет работы в России компания КНАУФ не только оказала определяющее влияние на развитие рынка, но в значительной степени способствовала своими технологиями, обучением и образовательной деятельностью созданию привлекательных рабочих мест особенно в регионах. Этим закладывается основа долгосрочному росту и стабильности.

Вольфганг Фогт,
директор Департамента по технике и производству
группы КНАУФ СНГ



Самая крупная в Европе и самая современная в мире шахта КНАУФ по добыче гипса в Новомосковске



Развитие шахты на предприятии КНАУФ ГИПС НОВОМОСКОВСК за время инвестиционной деятельности фирмы КНАУФ можно разделить на три этапа: первый – поддержание работоспособности действующих технических устройств и сооружений шахты (1996–2000 гг.), второй – внедрение новой погрузочно-доставочной техники, глобальная реконструкция (2001–2009 гг.), третий – техническое перевооружение гипсовой шахты и внедрение вертикальной конвейерной установки Pocketlift (2010–2018 гг.)

Начало. 1996–2000 гг.

ООО КНАУФ ГИПС НОВОМОСКОВСК в настоящее время по праву можно считать одним из наиболее удачных примеров инвестиций западного капитала в российское предприятие.

В 1990-е гг. Новомосковский гипсовый комбинат, построенный почти 70 лет назад, переживал сложные вре-

мена. На крупнейшее в Европе месторождение гипсового камня обратили внимание владельцы немецкой компании КНАУФ, и в 1995 г. фирма выиграла инвестиционный конкурс. Практически сразу были начаты инвестиционные программы, которые подарили гипсовому комбинату вторую жизнь.



В первые годы работа была направлена на поддержание действующих технических устройств и сооружений шахты. Капитально отремонтированы копры, армировка и дозаторные отделения грузовых стволов, железнодорожные бункеры, которые было небезопасно эксплуатировать из-за высокого износа и коррозии несущих металлоконструкций. Вместе с капитальным ремонтом технических устройств была разработана и начала осуществляться первоочередная программа технического перевооружения шахты, которая неразрывно связана с обеспечением безопасности всех видов выполняемых работ.

Углубка ствола №3, спуск оборудования в шахту.

Одним из первых объектов технического перевооружения стал вертикальный ствол № 3 диаметром 7,5 м, проходка которого началась еще в конце 1980-х гг. и была остановлена в 1992 г. Решения о первых крупных инвестициях в шахту ни у кого не вызывали сомнения. Причина очевидна. Спуск в шахту крупногабаритного оборудования (самосвалов, бурильной и доставочной техники) производился по стволу диаметром 5 м. Этот трудоемкий и непроизводительный процесс требовал не только демонтажа крупных узлов машин, но порой и их резания на части (рамы, кузова и т. д.). В период 1996–1998 гг. была произведена проходка ствола до проектной отметки и завершено строительство его надземной части, что дало возможность спуска в шахту всех видов оборудования без демонтажа на узлы и агрегаты.

Транспортировка гипсового камня. Ранее горные работы велись на двух участках шахтного поля, которые условно подразделялись на шахту № 1 с электровозной откаткой и на шахту № 2 с автомобильным транспортом. Российскими и немецкими специалистами было принято решение о переходе на единый вид доставки гипсового камня по горным выработкам – автомобильным транспортом. В результате реализации такого проекта удалось ликвидировать рельсовые пути, контактную сеть, исключить из обращения электровозы и шахтные вагонетки. Эти решения, как показала жизнь, были правильными и своевременными.

Реконструкция вентиляционной сети – одна из самых важных задач, которую необходимо было решать в первую очередь, так как в это время в шахте было затруднено проветривание удаленных горных выработок. Схему проветривания изменили кардинальным образом: была пройдена дополнительная горная выработка, соединяющая две шахты, изменили саму технологию обработки гипсового камня и отказались от камерно-вентиляционных штреков малого сечения 2×2 м, которые использовались для исходящей вентиляционной струи; в систему вентиляции был задействован ствол № 3; сечением 7,5 м, стали широко применять вентиляторные установки местного проветривания. После реализации таких технических и технологических решений были получены хорошие результаты: увеличилась скорость движения воздуха и воздухообмен на рабочих местах, уменьшилось образование конденсата и улучшилась видимость в транспортных выработках.

Буровзрывные работы. Отбойка гипсового камня производилась только с помощью промышленных взрывчатых веществ. Однако значительные затраты на приобретение, транспортировку, содержание поверхностных складов и организацию сохранности ВВ заставили инженеров и специалистов искать новые пути и возможности воздействия на массив гипсового камня. Эти пути были найдены. Стал использоваться механизированный и более безопасный способ зарядки шпуров с помощью самодонной смесительно-зарядной установки «Ульба-450И», специально изготовленной для условий гипсовой шахты. Эта машина позволяет изготавливать простейшее взрывчатое вещество непосредственно на рабочих местах на основе аммиачной селитры. Положительным эффектом данных нововведений стало снижение потребления промышленного взрывчатого вещества и, как следствие, ликвидация поверхностного базисного склада взрывчатых материалов, находившегося в нескольких километрах от предприятия. Впоследствии базисный склад взрывчатых материалов был построен непосредственно в горных выработках шахты с современной и



надежной системой охранно-пожарной сигнализации. Это событие явилось очень важным в части снижения затрат на транспортировку и хранение взрывчатых материалов, повысило безопасность и было высоко оценено инспектирующими органами Ростехнадзора.

Технология ведения горных работ. Отработка камер высотой 11 м и шириной 12 м производилась потолкоуступным методом с опережением верхнего уступа. При этом технические возможности самоходных бурильных установок СБУ-2М, находящихся в эксплуатации более 25 лет, позволяли производить процесс бурения шпуров в забое только на высоту 5,5 м. Оставшаяся верхняя часть забоя обуривалась ручным способом при помощи ручных электрических сверл СЭР-19М в горизонтальном и вертикальном направлениях с опережающего уступа. Доля машинного бурения составляла 40%, а доля ручного бурения – 60%.

Такой способ отработки камер был не только малопродуктивным, но и достаточно опасным с точки зрения безопасности производства работ. Первоначально бурильщики шпуров и взрывники производили отбойку гипсового камня, а затем оборотки горных выработок вручную зачищали уступ от навала взорванной горной массы. При этом шахтерам приходилось взбираться на уступ высотой 9 м при помощи обычных лестниц.

Время требовало принятия новых технических решений. По специальному заказу на одном из заводов Украины была изготовлена бурильная установка, которая имела возможность бурить забой как в горизонтальном, так и в вертикальном положении при потолкоуступном способе отработки камер. Внедрение новой бурильной установки и механизированного способа зарядки шпуров с использованием самоходной смесительно-зарядной установки позволило изменить технологию ведения горных работ, улучшив безопасность процессов и экономические показатели. Верхняя часть забоя мощностью 4,5 м стала обрабатываться с отставанием на 20 м от нижней забоя мощностью 6,5 м.

Новый технологический процесс отработки забоев рабочих камер позволил постепенно уходить от ручного

труда бурильщиков шпуров. К концу 2000 г. буровые работы на шахте были полностью механизированы. Целенаправленно проводимая политика ликвидации тяжелейшего ручного труда была последовательно и успешно реализована, что явилось важнейшим достижением за все время существования гипсового рудника.

Обновление и модернизация. 2001–2009 гг.

Данный период характеризуется внедрением новой погрузочно-доставочной техники, глобальной реконструкцией подземного и поверхностного технологических комплексов и вертикального подъема.

Погрузка и доставка гипсового камня. До 2002 г. погрузка гипсового камня в автосамосвалы производилась с использованием машин ПНБ-3Д на гусеничном ходу. Камень забирался с почвы выработки двумя боковыми захватами и подавался на конвейер, который транспортировал его в кузов автосамосвала. Такие машины имели малую мобильность и производительность. Было принято решение переходить на более современное оборудование – ковшовые погрузчики на колесном ходу. Эта надежная и маневренная техника позволяет за 7 ч погрузить более 1000 т камня. При этом фронтальные погрузчики используются при планировании почвы горных выработок и зачистке камер от просыпи камня без применения дополнительной техники. Для транспортировки гипсового камня стали последовательно приобретаться современные автосамосвалы карьерного исполнения с грузоподъемностью 25, 30, 40 т, а в настоящее время – 45 т. Современная погрузочная и доставочная техника позволила увеличить производительность труда и безопасность процесса добычи и транспортировки гипсового камня и снизить затраты в условиях ежегодного удаления фронтов горных работ от вертикального подъема.

Буровзрывные работы. Изменившаяся технология ведения горных работ с отработкой забоя потолкоуступным способом позволила продолжить поиск новых решений по повышению производительности труда и наиболее рациональных паспортов буровзрывных работ. В результате горизонтальное бурение шпуров в нижней части забоя стало производиться с использованием бурильных установок глубокого бурения. Процесс бурения шпуров был частично автоматизирован. Новые буровые установки производили бурение шпуров как в ручном, так и в полуавтоматическом режиме по заданным координатам и в определенной последовательности. С 2005 г. произошел переход на новую технологию бурения забоев рабочих камер с помощью бурильных установок с автоматическим процессом бурения при помощи пульта дистанционного управления по паспорту, заложенному в бортовой компьютер машины. Все эти нововведения вывели процесс бурения шпуров на новый технологический уровень, что незамедлительно положительно сказалось на производственных и экономических показателях.

Специальные проекты. На шахте приветствуются специалисты, свободные от установок прошлого, спо-

собные к развитию и самообразованию, которые свои мысли и идеи воплощают в реальность ради безопасного труда всего коллектива шахты. Эти идеи позволили внедрить новый станок для бурения разведочных скважин в кровле горных выработок шахты фирмы «Атлас Копко». В эти годы был построен склад аммиачной селитры, позволивший механизировать процесс ее загрузки на складе и автоматизированной загрузки в саомходную смесительно-зарядную установку. Вместо водяных калориферов стало использоваться современное немецкое оборудование с газовыми горелками, обеспечивающее надежный подогрев подаваемого в шахту воздуха в зимнее время.

Техническое перевооружение. В ноябре 2006 г. на Международном экономическом форуме в Туле состоялось подписание Соглашения о сотрудничестве, которое предусматривало реализацию проекта «Техническое перевооружение шахты КНАУФ ГИПС НОВОМОСКОВСК. Реконструкция крупнейшей в мире гипсовой шахты включала строительство подземного комплекса дробления камня, комплекса погрузочно-складского и транспортного хозяйства на поверхности, а также внедрение уникального способа подъема сырья вертикальной конвейерной установкой Pocketlift.

Когда мы с коллегой Эдуардом Добмайером впервые увидели такое ноу-хау в Америке, то были поражены и могли только мечтать иметь подобную установку на шахте. Проект стоил 42 млн евро. Однако совладелец фирмы г-н Николаус Кнауф принял решение о строительстве подобной установки в Новомосковске.

Работу над проектом традиционно для фирмы КНАУФ вела международная команда специалистов, что позволило использовать накопленный опыт на всех этапах работы. Основные строительно-монтажные работы на объекте начались во II квартале 2007 г. и выполнялись в основном силами российских специалистов. Строительство надземных зданий и сооружений, объектов инженерного обеспечения, а также расширение подземных выработок, строительство подземного комплекса дробления велось фирмами из Новомосковска, Тулы и Москвы. В октябре 2007 г. начались поставки оборудования горнодобывающего комплекса и его монтаж, который в большей части был завершен к концу 2008 г. С января 2009 г. приступили к пусконаладочным работам и испытанию под нагрузкой. Успешное завершение испытаний комплекса обеспечило его перевод в эксплуатационный режим. Будучи потомственным горняком Николаус Кнауф лично опробовал работу этой уникальной установки.

Техническая революция. 2010–2018 гг.

В развитие, реконструкцию и техническое перевооружение гипсовой шахты в Новомосковске со стороны компании КНАУФ были вложены огромные инвестиции, чтобы в будущем надежно обеспечивать сырьем предприятия группы КНАУФ, а также гипсовые и цементные заводы центральной части России.

Внедрение вертикальной конвейерной установки Pocketlift позволило увеличить добычу гипса в два раза. Ввод в эксплуатацию нового шахтного технологического комплекса дал возможность остановить работу двух стволов с менее совершенным оборудованием, одновременно повысив объем добычи гипсового камня. В настоящее время производительность комплекса составляет 850 т камня в час. Ввод в эксплуатацию Pocketlift обеспечил перевод шахты с трехсменного режима работы на двухсменный. Это, в свою очередь, позволило оптимизировать труд всего персонала шахты и перевести производство взрывных работ в ночное время после выезда всех людей из шахты. Инвестиционные вложения, направленные на реконструкцию и техническое перевооружение шахты, при необходимости позволяют увеличить объем добычи гипсового камня до 5 млн т в год.

Развитие шахты продолжается планомерно. В ноябре 2011 г. с вводом в эксплуатацию современной бурильной установки был осуществлен переход на новую технологию отработки очистных камер полным сечением. Технические возможности новой бурильной установки позволили автоматизировать бурение и сделать его более безопасным. Фактические данные параметров бурения автоматически формируются и архивируются на машине. Отработка очистных камер полным сечением, как показала практика, является весьма эффективной. В этой связи для полного перехода на данную технологию в 2017 г. была приобретена еще одна аналогичная установка.

В 2015 г. была введена в эксплуатацию новая кровлеоборочная машина. Ее внедрение позволило повысить качество оборки забоев и заменить тяжелый ручной труд оборщиков на высокоэффективный механизированный процесс.

С 2015 г. все горные работы в шахте сконцентрированы на Восточном участке шахтного поля. Данная концентрация работ позволила увеличить темпы подготовки перспективных добычных панелей, повысить эффективность применения техники, задействованной на буровзрывных и добычных работах, а также оптимизировать процесс управления всеми технологическими процессами в шахте.

В настоящее время группой немецких и российских инженеров прорабатывается новая система отработки перспективного участка шахтного поля. По оценке специалистов, для эффективной работы на данном участке необходимо заменить существующую транспортировку гипса автосамосвалами на современное конвейерное оборудование в комплексе с шахтными погрузочно-доставочными машинами. Новые размеры панелей позволят эффективно использовать планируемое горно-шахтное оборудование и обеспечат требуемый уровень производительности.

Анатолий Макеев,
 исполнительный директор
 ООО КНАУФ ГИПС НОВОМОСКОВСК



Картон для производства стройматериалов

АО КНАУФ ПЕТРОБОРД (КПБ) – крупнейший в России производитель коробочного и облицовочного картона из макулатуры, занимающий лидирующее положение на рынке облицовочного картона, используемого в производстве гипсокартонных листов (гипсовых строительных плит).

Санкт-Петербургский картонно-полиграфический комбинат начали строить в 1976 г. как предприятие,

способное переработать макулатуру миллионного Ленинграда. 31 января 1982 г. он начал выпуск продукции.

Общая история комбината и немецкой фирмы КНАУФ, началась в 1992 г., когда компания стала одним из акционеров. В течение 1996–2000 гг. были проведены две крупные реконструкции картонного производства: модернизированы три потока переработки макулатуры и две картоноделательные ма-

шины, заводская лаборатория оснащена современным оборудованием и т. д. В 2002 г. Санкт-Петербургский картонно-полиграфический комбинат первым в целлюлозно-бумажной промышленности России получил сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 и системы экологического менеджмента ISO 14001.

Однако компания КНАУФ всегда стремилась к максимальной свободе





действий на предприятии, а для этого было необходимо увеличить долю в бизнесе. Этого удалось достигнуть в июле 2008 г., когда между компанией Ilim Holding S. A. (владелец ОАО «Группа «Илим») и ООО КНАУФ ГИПС было подписано соглашение о покупке 56% акций Санкт-Петербургского картонно-полиграфического комбината, принадлежащих Ilim Holding S. A. Таким образом фирма КНАУФ увеличила свою долю в КПК до 91% и стала практически единственным крупным владельцем предприятия.

Переход крупнейшего производителя облицовочного и упаковочного картона под контроль компании

КНАУФ ознаменовал начало нового этапа развития предприятия.

Был реализован ряд крупных инвестиционных проектов.

Выполнена автоматизация системы розжига паровых котлов и осуществлен проект создания собственной генерации электроэнергии путем установки парогазовой турбины в ТЭЦ предприятия.

На основании обследования и проведения энергоаудита разработана долгосрочная программа энергосбережения, которая поэтапно выполняется и позволяет достичь значительного экономического эффекта. Наиболее крупным и эффективным энергосберегающим мероприятием

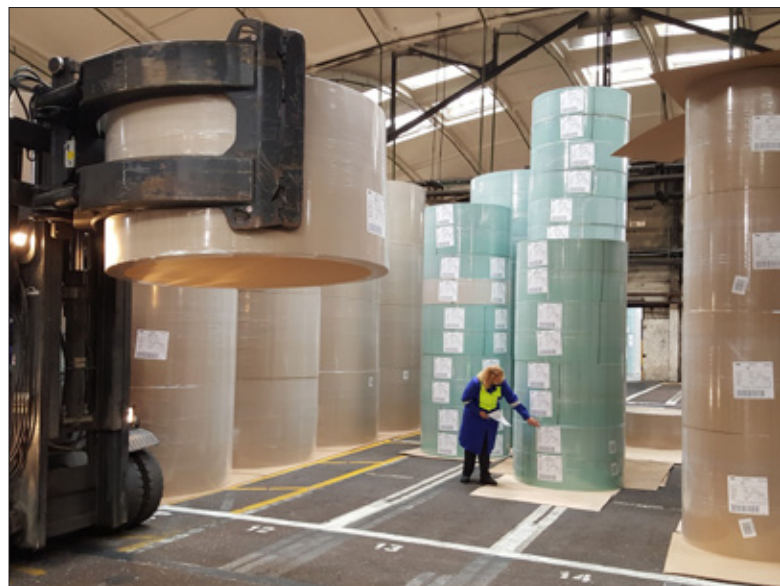
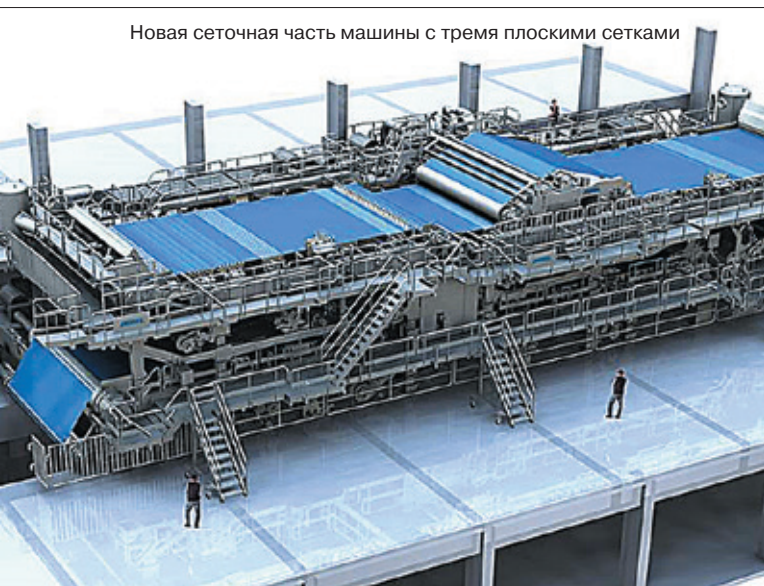
стало выделение собственного контура теплоснабжения, которое позволило АО КНАУФ ПЕТРОБОРД существенно сократить потребление электрической и тепловой энергии.

Проект установки нового продольно-резательного станка и транспортной линии готовой продукции стал одним из самых крупных на КПК за последние годы. Его успешная реализация позволила увеличить диаметр рулонов облицовочного картона до 2,1 м, что позволило сократить транспортные расходы и потери переработчиков при смене рулонов.

Путем непрерывного совершенствования технологии производства



Новая сеточная часть машины с тремя плоскими сетками



за 25 лет работы удельный вес квадратного метра облицовочного картона был снижен почти в два раза, с 340 до 180 г/м², что позволило значительно экономить энергоресурсы и уменьшить нагрузку на очистные сооружения, способствуя тем самым улучшению экологии.

Значительные средства были инвестированы в расширение сети сбора макулатуры и улучшения ее переработки с целью развития сырьевой базы для картонного производства.

В настоящее время производительность КНАУФ ПЕТРОБОРД составляют 240 тыс. т картона в год. Объем перерабатываемой макулатуры – около 250 тыс. т.

Упомянутые выше шаги по модернизации оборудования, а также организационные изменения, позволили оптимизировать процессы и повысить эффективность работы предприятия, что в свою очередь стало предпосылкой для реализации более масштабных инвестиционных проектов.

2 июня 2017 г. на XXI Петербургском международном экономическом форуме было подписано соглашение о сотрудничестве между Правительством Ленинградской области и АО КНАУФ ПЕТРОБОРД, предусматривающее реализацию инвестиционного проекта реконструкции производства облицовочного картона до 2020 г. в размере

не менее 3,5 млрд р. и поддержку инвестора со стороны Правительства Ленинградской области.

Предприятие приступило к масштабной инвестиционной программе. Выполняются следующие проекты: модернизация картоноделательной машины №2 на плоские сетки; модернизация станции биологической очистки промышленных стоков.

Заказ на модернизацию КДМ-2 получила компания ANDRITZ (Австрия). В рамках модернизации будут заменены основные компоненты формовочной части КДМ-2 и установлены новые сортировки типа ModuScreen НВ-Е, которые обеспечивают низкое энергопотребление с минимальными пульсациями при наименьших потерях волокна.

Для снижения производственного водопотребления на предприятии устанавливается система улавливания волокна – специальные дисковые фильтры. В рамках модернизации поставляется новый многодвигательный привод для всей сушильной части машины и автоматизация оборудования всего объема поставки.

После модернизации будет расширен ассортимент выпускаемого картона по плотности от 100 до 320 г/м², годовая производительность картоноделательной машины увеличится до 155 тыс. т облицовочного

картона из 100% макулатурного сырья. Этот картон будет использован для изготовления гипсокартонных КНАУФ-листов. Ввод КДМ-2 после модернизации в эксплуатацию запланирован на 4-й квартал 2018 г.

Заказ на модернизацию станции биологической очистки промышленных стоков выполняет компания Н+Е (Германия).

Расширение очистных сооружений осуществляется поэтапно: на первом этапе обновлено оборудование двух степеней азротенков с целью увеличения насыщения сточных вод кислородом, что уже привело к улучшению их очистки.

Далее будет увеличена производительность ступени биологической очистки путем дополнительного подключения к работе систем FLOCKOMAT и BIOFIT. Полная реализация этого проекта позволит значительно улучшить качество промышленных сточных вод.

Предприятие КНАУФ ПЕТРОБОРД своевременно проводит модернизацию оборудования и идет в ногу со временем, что позволяет ему занимать лидирующее положение на рынке производителей облицовочного и коробочного картона России.

Юрий Михайлов,
генеральный директор
АО КНАУФ ПЕТРОБОРД

Оправдать высокие ожидания клиентов – главная задача



С началом производства продукции КНАУФ в России на первом флагманском предприятии в г. Красногорске Московской области возникла необходимость в формировании новой концепции продвижении новых для рынка материалов, формировании спроса, построения сбытовой структуры, то есть проведения цивилизованной маркетинговой работы. Первым шагом в оптимизации бизнес-процессов стало создание специализированной сбытовой компании ЗАО ТИГИ-КНАУФ Маркетинг, которую возглавил Сергей Владимирович Милов. Тогда же была заложена основа всей структуры сбыта компании и подписан первый дилерский Договор с ЗАО «Объединение Снабнефтехим». Со временем нашими дилерами стали такие компании как «Спецстрой», «Стройинлок», «Промстройконтракт»,

«Стройхолдинг» и др. Мы благодарим наших партнеров за сотрудничество с тех давних пор и до настоящего времени.

Наша система дистрибуции, основанная на работе с дилерами и сбыт через дилеров – крупных оптовых продавцов строительных и отделочных материалов, конечно претерпела серьезные изменения за прошедшие годы, однако до настоящего времени является основой всей сбытовой деятельности. Эффективность такой модели подтверждается и тем, что многие производители строительных материалов, пришедшие на рынок в более поздние годы, взяли за основу именно такую структуру сбыта.

Долгие годы мы выстраиваем с дилерами именно партнерские, взаимовыгодные отношения. Возможно в этом вопросе мы консервативны. Например, не открываем фирменные розничные магазины, как это делают некоторые производители в Европе, не поставляем продукцию напрямую строительным организациям... Ведь стабильность и предсказуемость производителя продукции является важнейшим фактором долгосрочного взаимодействия с дилерами, которые в свою очередь за многие годы выстроили свои сбытовые структуры.

Но это не значит, что маркетинговые технологии застыли и не совершенствуются. В последние годы получило развитие создание сети специализированных дилеров по отдельным видам товаров, внедрена новая система ценообразования, развивается субдилерская сеть и т. д.

Особо отметим наше успешное многолетнее сотрудничество с между-

народными сетями DIY – компаниями «Леруа Мерлен», «Оби» и «Касторама», с которыми заключены прямые контракты на поставку. На первом этапе отношения складывались непросто. Международные сети предъявляют к производителям и поставщикам повышенные требования, выполнение которых требует значительных дополнительных ресурсов и усилий. Однако мы принимаем во внимание, что эти компании, как и КНАУФ, пришли в Россию всерьез и надолго. Это позволяет нам вместе развивать долгосрочное взаимовыгодное стратегическое партнерство на территории всей страны.

Наши маркетинговые усилия и активности не ограничиваются работой с дилерами и сетями. Мы стараемся не обходить вниманием все целевые аудитории, которые в той или иной степени применяют системы и продукты, выпускаемые компанией КНАУФ – это и крупные строительные организации, и мелкие бригады, проектировщики и архитекторы, частные лица и т. д.

Основная задача сотрудников управления по маркетингу и сбыту – донести до потребителя свойства нашей продукции, показать ее преимущества, помочь с помощью продукции КНАУФ решить ту или иную техническую задачу. Не раскрывая коммерческих можно отметить, что в этом году в стадии реализации ряд проектов в области цифрового маркетинга, призванных вывести наши отношения с целевыми аудиториями на качественно новый уровень с применением новейших цифровых технологий.



Мастер-класс по нанесению готовой финишной шпаклевки КНАУФ-Ротбанд Пасты профи в тульском гипермаркете



Применение KNAUF-Акустики в переговорных комнатах бизнес-центра «Оружейный» (Москва)

При этом мы не забываем о традиционных, проверенных временем способах продвижения наших продуктов и систем. Прежде всего это проведение демонстраций на строительных площадках и организация обучения. Первый учебный центр KNAUF открылся в 1995 г., практически одновременно с завершением реконструкции первого российского завода. В настоящее время на территории России действуют несколько учебных центров KNAUF, ресурсные

и консультационные центры на базе высших и средних профессиональных учебных заведений. Создана Академия KNAUF.

Однако главным «инструментом продвижения» для нас является высочайшее качество продуктов и систем KNAUF, в котором уверены не только мы, но и потребители нашей продукции. В настоящее время ассортимент выпускаемой продукции составляет более 100 наименований. Среди них легендарная гипсовая штукатурка Ротбанд, отметившая в прошлом году 50-летие с начала производства в Германии, гипсокартонный KNAUF-лист, гипсоволокнистый лист KNAUF-суперлист, Аквапанель, металлический профиль. Отметим, что ГВЛ и Аквапанель, а также такие плиты, как Файерборд и KNAUF-Акустика – это уникальные продукты, выпускаемые на территории России только компанией KNAUF. Недавно на рынок были выведены новые продукты: плита АКУБОРД, которая крепится на межкомнатные перегородки из пазогребневых плит, существенно улучшая их звукоизоляционные характеристики; плита САПФИР, имеющая более высокие звукоизоляционные характеристики и повышенную прочность, быстро стала популярной у самых требовательных потребителей.

Главная задача не стремиться к простому увеличению ассортимента продукции, опираясь на производственные возможности, а разрабатывать и производить новинки, которые будут востребованы рынком в данное время и на перспективу. Именно это определяет развитие ассортиментной политики компании KNAUF и становится возможным только на основании кропотливой работы по изучению рынка, потребностей потребителей, которую проводят наши аналитики. Хорошее знание рынка в значительной степени способствуют успешному сбыту.

С первого дня работы на российском рынке компания KNAUF предлагает потребителям не отдельные продукты, а комплексные системы, позволяющие наименее затратно и наиболее эффективно решить ту или иную техническую задачу. Вначале многие составляющие комплектных

систем импортировались из Германии и других стран. Постепенно по многим комплексным системам была достигнута полная локализация производства в России. В настоящее время мы уделяем особое внимание продвижению и популяризации систем, обеспечивающих надлежащую пожарную безопасность зданий и сооружений, улучшающих акустический комфорт помещений, звукоизоляционные характеристики перегородок, полов и потолков. Новинки для рынка – пуле- и взломостойкие конструкции перегородок, по которым мы недавно провели испытания и получили соответствующее заключение об их соответствии требованиям нормативным документам.

Системный подход позволяет продукции KNAUF присутствовать на всех знаковых строительных объектах страны. Среди них комплекс зданий Дальневосточного федерального университета на о. Русском, Москва-Сити, практически все объекты Олимпиады 2014 г. в Сочи, стадионы, построенные к Чемпионату мира по футболу 2018 г., Большой театр и многие другие.

Для нас важен каждый объект, вне зависимости от его масштаба. Наши менеджеры внешнего сбыта, передовой отряд, работающий «в полях» и насчитывающий более 100 сотрудников по всей стране, тщательно и эффективно обрабатывают все объекты в зоне своей ответственности, обеспечивая и организовывая необходимый комплекс услуг от консультирования до организации поставок.

Индивидуальный подход к потребностям каждого клиента, честность, прозрачность отношений, качество продукции я считаю тем ключом, который во многом обеспечил высочайший уровень доверия потребителей к компании KNAUF в целом. Именно это доверие и есть наше главное достижение 25 лет работы KNAUF в России. Именно это доверие позволяет нам относить себя к лидерам строительной отрасли страны.

Алексей ЗИМИН,
начальник центрального управления
по маркетингу и сбыту
группы KNAUF СНГ

Обучение – составная часть комплектной системы КНАУФ



Работа с материалами нового поколения требует соответствующих знаний и навыков, ведь неумелое использование может свести на нет все преимущества как материала, так и технологии. Еще при разработке стратегии развития бизнеса в России руководство компании предусматривало массовое обучение работе с материалами КНАУФ нового поколения.

Первый учебный центр КНАУФ в России появился практически вместе с первым заводом в Красногорске. Это была необходимость, потому что покупателям продукции КНАУФ им нужно было не только о ней рассказать, но и научить работать. Только при правильном применении материал отвечает заявленным характеристикам, поэтому в обучении заинтересован и производитель, и потребитель.

В настоящее время у компании КНАУФ в России 40 центров обучения технологиям: шесть собственных учебных центров на базе сбытовых дирекций, семь консультационных – на базе вузов и 27 ресурсных – на базе колледжей и техникумов. Строительные технологии развиваются очень быстро, и система образования должна успевать за ними в части подготовки специалистов. Закономерно, что производители новых материалов принимают активное участие в обучении их применению, ведь именно они разрабатывают инновационные продукты и совершенствуют технологии.

Собственные учебные центры – якорные точки, в которых аккумулируется самая последняя информация о продуктах и системах КНАУФ и проходит обучение клиентов и партнеров. Наша аудитория – прежде всего профессионалы: строители, архитекторы, проектировщики, бригадиры, строительные блогеры и организаторы строительного процесса. Также мы обучаем дилеров менеджерских организаций с целью эффективного сопровождения продаж продукции КНАУФ.

Будущих мастеров готовят в ресурсных центрах, основная целевая аудитория которых – студенты и учащиеся. Мы понимаем, что сегодняшний студент завтра будет работать на объекте. Особое внимание уделяется повышению квалификации преподавателей и мастеров производственного обучения. Для демонстрации учебных методик нередко приглашаются тренеры из Германии.

Несколько иной уровень сотрудничества компании с вузами – консультационные центры. Там мы не только обучаем студентов, но и проводим экспериментальные исследования, сопровождаем проектную деятельность магистрантов, аспирантов и молодых преподавателей. Совместно с вузами мы также реализуем и точечные проекты, например по подготовке студентов к работе в стройотрядах, – эти ребята потом участвуют в строительстве крупных объектов, таких как космодром Восточный, объекты инфраструктуры тепловой и атомной отраслей.



Учебный центр КНАУФ в Красногорске



Учебный центр КНАУФ в Новомосковске



Семинар в учебном центре КНАУФ Красногорск

В настоящее время вся образовательная деятельность сосредоточена в Академии КНАУФ. Разрабатываются и внедряются стандартные программы обучения, которые соответствуют различным комплексным системам КНАУФ. Каркасно-обшивным комплексным системам КНАУФ (подвесные потолки, перегородки и облицовки) отвечает программа обучения «Сухое строительство»; применению штукатурных и шпаклевочных составов КНАУФ обучает программа «Сухие смеси» и т. д. Также созданы специальные программы, например «Типичные ошибки при отделочных работах» или курс по криволинейным поверхностям, которые пользуются большой популярностью. По заказу потребителя можно быстро собрать учебную программу из базовых модулей, как конструктор. Например, программа для бригадиров-отделочников подготовлена совместно с коллегами из ведущих строительных вузов и включает не только блоки по материаловедению и технологиям, но и правила организации работы звена отделочников.



Учебная практика студентов МГСУ

Работа по совершенствованию программ Академии КНАУФ ведется постоянно, в них интегрируются инновации в строительстве и отделке. В работе академии приоритетное место занимает качество обучения на основании обратной связи с клиентами, прошедшими обучение. Анкетирование позволяет выявить как проблемные места, так и преимущества. Затем в программы вносятся изменения и дополнения, а лучшие практики распространяем на все учебные площадки КНАУФ.

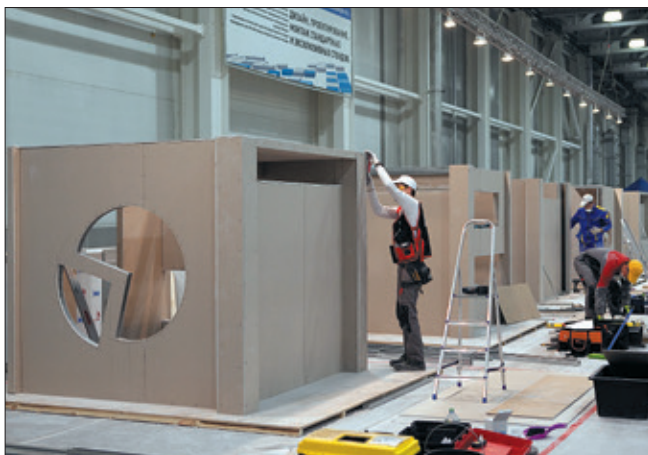
Одной из важных задач компания КНАУФ считает популяризацию профессии строителя и профориентацию молодежи. С этой целью компания поддерживает всероссийский конкурс «Строймастер» в номинации «Лучший штукатур», проводимый совместно с НОСТРОЙ, и конкурс «Молодые профессионалы» (в компетенции «Сухое строительство и штукатурные работы»), организуемый Союзом «Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)».

Академия КНАУФ реализует также стипендиальные и грантовые проекты для талантливых студентов, побуждая молодежь приходить в профессию.

В 1993 г. компания КНАУФ фактически стала родоначальником профессии мастер сухого строительства в России, которая в настоящее время называется монтажник каркасно-обшивных конструкций. Если профессия штукатур из советских классификаторов профессий органично была перенесена в российские, то профессии монтажник каркасно-обшивных конструкций в советское время не существовало. Соответственно, придя в Россию, компания КНАУФ стала работать в том числе и над легитимацией этой профессии. Был создан первый профессиональный стандарт специалиста сухого строительства – профессия была утверждена 5 марта 2004 г. Стандарт предполагал восемь квалификационных уровней, охватывающих начальное, среднее, высшее и дополнительное образование, а его создание отражало позицию поддержки Болонского процесса. Затем этот профессиональный стандарт был интегрирован в систему образования. По инициативе КНАУФ был разработан образовательный стандарт «Мастер сухого строительства».



Участники финала VI Национального чемпионата «Молодые профессионалы» (Worldskills Russia) в компетенции «Сухое строительство и штукатурные работы»



Этот же «монтажник» затем был интегрирован в действующий образовательный стандарт «Мастер строительного-отделочных работ», а в дальнейшем перерос в новую профессию монтажник каркасно-обшивных конструкций. В настоящее время данная специальность является одной из самых востребованных в России.

Не менее актуальна для компании КНАУФ профессия штукатур, поскольку предприятия группы производят широкий ассортимент сухих строительных смесей. Для нового макета профессионального стандарта Минтруда РФ в 2014 г. эксперты компании КНАУФ совместно с профессиональным сообществом разработали новый профессиональный стандарт для штукатуров. Была проанализирована ситуация на рынке и в отрасли, описаны новые требования к квалификациям штукатуров.

При реализации таких проектов компания преследует не только цель легитимации профессии, но и внедрения безусловности качества строительства. Продолжается обучение российских строителей правильному использованию модифицированных гипсовых или цементных составов. С целью пропаганды правильного ведения отделочных работ издаются собственные учебники. В настоящее время совместно с издательством «Академия» готовятся к изданию учебники по материаловедению и технологиям сухого строительства.

В 2017 г. компания КНАУФ приняла участие в конкурсе Национального агентства развития квалификации, которое провело отбор лучших практик организаций, работающих в бизнесе и образовании. Из 319 заявок наш проект «Профессиональные стандарты и инструменты подготовки профессионалов» вошел в тройку призеров, и опыт компании КНАУФ включен в базу лучших практик по внедрению отделочных технологий и государственных стандартов.

Академия КНАУФ отслеживает мировые тренды в образовании. И в век перехода к цифровым технологиям мы, как прогрессивная компания, вводим digital-технологии, в том числе и в обучение. Два года назад был презентован первый в России электронный учебник по сухому строительству. В настоящее время он интегрирован на платформы дистанционного обучения партнерских

площадок: СПбГПУ, НГАСУ (Сибстрин), Пермский строительный колледж.

Теме цифровизации обучения посвящен также центральный проект Академии КНАУФ 2018 года – Международная конференция «Взгляд в будущее цифрового обучения», которая пройдет 13 сентября 2018 г. в Казани. На конференцию приедут делегаты из 13 стран. Участникам проекта будет предоставлена уникальная возможность присоединиться к глобальному проекту в области современных строительного-отделочных материалов и цифрового обучения, IT-технологий, BIM-технологий и развития систем ВО и СПО.

Мы видим, что уровень подготовки российских строителей постоянно растет, в том числе и благодаря усилиям компании КНАУФ. Об этом можно судить на примере развития конкурса Knauf Junior Trophy, который реализуется внутри компании КНАУФ. Специалисты из разных стран готовят молодых строителей для соревнований по сухому строительству. Каждый год происходит слет молодых строителей и экспертов КНАУФ из стран СНГ, Европы и Прибалтики. Участники соревнуются в профессиональном мастерстве, и страна-победитель (по аналогии с конкурсом Евровидение) принимает у себя проект следующего года. Если в 2012 г. команда из России занимала одиннадцатое место, то в 2016 и 2018 гг. – уже второе и четвертое соответственно. Для Академии КНАУФ это показатель качества и отношения к работе.

В своей работе я руководствуюсь прежде всего принципами лидерства и постоянного обновления опыта. Учусь сама, мотивирую учиться своих сотрудников и коллег. И, конечно, если компания КНАУФ является лидером строительного рынка, то и академия должна быть лидером в обучении в области строительства и отделочных работ. Мы активно сотрудничаем с нашими партнерами, реализуем совместные проекты и не собираемся останавливаться на достигнутом. Развивается мир, развиваются технологии, развивается КНАУФ, развивается наша академия.

Елена Парикова, канд. техн. наук
руководитель отдела центрального обучения
группы КНАУФ СНГ



Ценности КНАУФ в основе управления персоналом

Большая часть функций по работе с персоналом в компании КНАУФ возлагается на линейных руководителей. HR-служба оказывает поддержку – консультирует, обучает и администрирует.

На предприятиях КНАУФ в России работает около 4 тыс. человек. При этом служба персонала немногочисленна как в центральном офисе, так и в локальных подразделениях. Основная ставка в работе с кадрами делается на средний руководящий состав, т. е. во все проекты и задачи в области управления персоналом вовлекаются руководители подразделений и предприятий.

Получить работу на предприятиях КНАУФ реально, если у человека есть соответствующая квалификация и опыт работы. У нас нет жесткого набора критериев, которым должен соответствовать сотрудник, – каждый раз они обсуждаются с руководителем подразделения, в которое мы подбираем нового коллегу. Базовые профессиональные требования установлены в должностных и производственных (рабочих) инструкциях, а деловые качества определяет руководитель, ведь именно он формирует команду для достижения целей, определенных в конкретный момент. Для облегчения принятия решения мы используем матрицу оценки, где критериям, которым должен соответствовать кандидат, присваивается разный вес, в зависимости от степени значимости для позиции; ее заполняют все заинтересованные лица, участвующие в подборе. Специализированное тестирование на эмоциональный интеллект, вербальные и числовые способности, soft skills мы проводим лишь в исключительных случаях.

Наиболее успешные команды – это команды, состоящие из разных, непохожих друг на друга людей, дополняющих друг друга. Сейчас многие компании при формировании команд следуют такому принципу, как diversity, т. е. принятие различий. У нас в корпоративной модели компетенций руководителя понятие diversity привязано к ценности Человечность. Люди дополняют друг друга, компенсируют, усиливают, распределяя задачи в команде согласно в том числе и личным качествам и способностям, которые могут и должны отличаться в разных командах, коллективах в различные моменты времени. Поэтому у нас и нет строгих личностных критериев при подборе и найме, ведь для нас важно, чтобы кандидаты соответствовали тому или иному коллективу; самое же главное, чтобы сотрудник обладал профессиональными компетенциями, необходимыми компании для достижения ее целей.

Руководителей и ключевых сотрудников мы обучаем централизованно. Основной целью централизованной программы обучения является развитие организационных и управленческих навыков, так называемых soft skills, включая навыки коммуникации, элементы эмоционального интеллекта, а также совершенствование таких важных для руководителя компетенций, как проведение презентаций и совещаний, проектный менеджмент, тайм-менеджмент и самоорганизация, формирование команды и многие другие. Большое внимание сейчас уделяется теме лидерства, начиная с самого базового вопроса – какие лидеры нам сейчас нужны и являемся ли мы такими лидерами.

Есть обязательные специализированные программы для отдельных профессиональных групп. Например, на регулярной основе мы проводим программы для менеджеров сбыта. Чтобы сформировать такую обучающую программу, мы вместе с руководством сбытовых подразделений дополнительно оцениваем навыки продаж наших продавцов и по результатам даем заключение о необходимых развивающих мероприятиях. Тем самым, с одной стороны, проверяется качество обучения, а с другой стороны, возникает понимание, чему обучать дальше. Также мы реализуем в настоящее время специальную программу в сфере техники и производства – Производственную академию КНАУФ, для тех, кто находится на ключевых позициях, – для наших руководителей производств, руководителей служб качества, служб обеспечения, электриков, энергетиков, механиков, а также для молодых инженеров, которые в будущем, возможно, станут их преемниками. Большое количество тренингов и семинаров в рамках этой программы мы реализуем своими силами с помощью руководителей и сотрудников разных отделов, в том числе восьмидневный базовый ознакомительный курс.

Дистанционное обучение у нас пока не очень развито. Одной из причин является то, что мы понимаем его ограничения. Хороший формат – совмещенный, так называемый blended learning, когда сначала по digital-каналам передаются знания, а потом сотрудники собираются в тренинговой группе и отрабатывают навыки. В настоящее время мы идем по такому пути, но все равно пока превалирует очное обучение.

Локально на каждом предприятии осуществляется техническое, допусковое обучение, необходимое для выполнения трудовой функции, прежде всего на производстве; кро-



ме того, если в каком-то регионе нашей деятельности набирается большая группа по одной из тем централизованной программы обучения, то мы организуем тренинг на месте, на предприятии.

Международным языком КНАУФ объявлен английский. Глобально компания прирастает быстрыми темпами, и в новых регионах, например во Вьетнаме или Танзании, сложно найти персонал, который бы говорил по-немецки. И если раньше мы много внимания в процессе найма и обучения уделяли немецкому языку, то теперь сфокусировались на английском.

До настоящего времени мы недостаточно занимались темой вовлеченности сотрудников. Возможно, она станет нашим приоритетом в будущем. Как-то один из тренеров, с которым мы познакомились в процессе тендерного отбора, достаточно известный в Москве бизнес-тренер, сказал, что тема вовлеченности, которой многие компании «увлеклись» на протяжении нескольких последних лет, затихает и начинает исчерпывать себя. Компании просто не могут создать среду, способствующую полноценному вовлечению сотрудников в бизнес, потому что очень многое зависит от «человеческого фактора» – от руководителей. Из двенадцати показателей вовлеченности Института Гэлаппа как минимум шесть связаны с непосредственным руководителем: разъясняет ли цели, дает ли обратную связь, хвалил ли за последнюю неделю, заботится ли о развитии подчиненных и т. д. Для всего этого необходимо время, которого руководителю

чаще всего не хватает в современной динамичной среде и в условиях, когда организации вынуждены оптимизировать ресурсы. Кроме того, руководитель должен развивать очень сложный с точки зрения освоения коучинговый стиль руководства. Достичь ситуации, когда все руководители стали бы вдохновляющими лидерами, развивающими своих сотрудников, – это, наверное, иллюзия. Отсюда зачастую возникает разочарование, когда тема вовлеченности на деле ограничивается исключительно опросами сотрудников и формальными мероприятиями. Мы не хотели бы обещать и не выполнять.

Тем не менее практикующие HR-специалисты и консультанты привлекают большое внимание к теме вовлеченности, рассматривая ее в качестве одного из ведущих факторов роста продуктивности (хотя до сих пор нет ни одной научной работы, которая бы доказывала прямую взаимосвязь). Мы не можем это игнорировать. В частности, мы стремимся выстроить наши практики по подбору и удержанию персонала так, чтобы к нам приходили и оставались у нас люди увлекающиеся и умеющие увлечь.

Чтобы человек был увлечен, удовлетворен работой, нужно, чтобы функционал и должность, которую он занимает, ему подходили; при этом подходили в конкретный момент его профессионального развития. То есть если позиция интересна, в целом соответствует имеющемуся уровню компетенций и в то же время имеется некий «отрыв» от нужного уровня, некий вызов, человек будет вовлечен. Важны и

я KNAUF
www.knauf.com

**БЫТЬ ВЕРНЫМ ДЕЛУ
ЗНАЧИТ ИДТИ К ЦЕЛИ,
КОГДА ВСЕ ГОВОРЯТ
«ОТСТУПИ»**

ЧЕЛОВЕЧНОСТЬ ПАРТНЕРСТВО **ВЕРНОСТЬ ДЕЛУ** ДУХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

внешние факторы: руководитель, обеспечивающий поддержку, а также необходимую и достаточную автономность, свободу действий; увлеченные коллеги, выполняющие свою работу на высоком профессиональном уровне; обеспеченность всеми необходимыми для отличного выполнения работы инструментами и материалами. Задача организации – увидеть, нанять, удержать людей увлекающихся, соответствующих позиции и ситуации. А потом давать им развиваться или отпускать.

Одна из наших ценностей – Верность делу, в английском варианте Commitment, в немецком – Engagement. Наш вариант – Верность делу – все-таки ближе к английскому. Для нас это не совсем то же самое, что engagement, вовлеченность. Коммитмент – приверженность, обязательство быть с компанией в горе и в радости, работать с максимальным потенциалом. Это подразумевает ответственное отношение к работе, нацеленность сделать больше, чтобы добиться развития и наилучшего результата. Мы хотим и стремимся быть такой компанией.

У нас зрелая компания, средний возраст руководителя – 42 года. Сотрудников мы оцениваем с точки зрения компетенций, а не возраста, например недавно моей коллеге исполнился 61 год. Одному из собственников компании, г-ну Николаусу Кнауфу, 82 года, и он по-прежнему вовлечен в бизнес. Говорят, что когда он приезжает на стройку, то передвигается с такой скоростью, что молодые менеджеры за ним едва успевают. Я думаю, его секрет в любознательности

я KNAUF
www.knauf.com

**ОШИБКИ ВОЗМОЖНЫ –
БЕЗДЕЙСТВИЕ НЕДОПУСТИМО
В ЭТОМ НАШ ДУХ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**

ЧЕЛОВЕЧНОСТЬ ПАРТНЕРСТВО **ВЕРНОСТЬ ДЕЛУ** ДУХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

и страсти к делу и жизни, ему все интересно. Его активность и энергия – пример для нас.

Прежде чем стать руководителем службы кадрового менеджмента, я занималась обучением и развитием персонала. Рекрутмент и оценку было освоить достаточно легко, но вот в кадровое администрирование, трудовое законодательство вникнуть было непросто, там очень много нюансов. Базой в системе управления персоналом в компаниях в России по-прежнему остается кадровое администрирование в связи с жесткими нормами российского трудового законодательства. Оформлению кадровых документов мы уделяем пристальное внимание, потому что сотрудник должен быть уверен, что мы делаем все должным образом, что у нас все четко и прозрачно, что зарплату он получит вовремя. Это среди прочего помогает нам сохранять лояльность сотрудников.

Хороший руководитель должен быть примером. Должен помнить о том, что его подчиненные будут подражать ему, когда сами станут руководителями. Должен постоянно учиться. Должен развивать свою команду. Должен помнить, что от того, как он поступит в той или иной ситуации, может зависеть репутация не только его подразделения, но и всей компании.

Наталья Володина,
руководитель службы кадрового менеджмента Центрального
управления права и персонала группы КНАУФ СНГ

Благотворительность как часть человеческой и предпринимательской философии КНАУФ

С началом предпринимательской деятельности в России владельцы семейной компании КНАУФ активно включились в жизнь тех российских регионов, где начинали работать их предприятия. Социальная ответственность компании вытекает из основополагающих ценностей КНАУФ – человечности, партнерства, верности делу и духа предпринимательства. Поэтому благотворительная помощь направляется в первую очередь самым незащищенным категориям граждан (детям-сиротам и детям-инвалидам, пожилым людям), а также учреждениям медицины и культуры, православным храмам.

Первые благотворительные проекты были осуществлены в Москве и Санкт-Петербурге. В конце 1990-х гг. было оказано содействие в реставрации фонтана «Нептун» в Петергофе, восстановлении храма Благовещения в Павловской слободе недалеко от красногорского предприятия, благоустройстве крупнейшего в Москве Дома ветеранов.

Для восстановления фонтана в Петергофе на помощь пришли знания и навыки сотрудников Музея КНАУФ в Ипхофене. Концепция музея КНАУФ реализует идею одного из основателей компании д-ра Альфонса Н. Кнауфа – основная экспозиция состоит не из оригиналов шедевров искусства, а из точных гипсовых копий, созданных на основании лицензионных соглашений с владельцами оригиналов. Благодаря меценатской деятельности семьи Кнауф жители и гости Ипхофена могут познакомиться с шедеврами мировой культуры.

Осенью 1997 г. в Петергофе после реставрации состоялось открытие фонтана Нептун. Благодаря финансовой поддержке компании КНАУФ в г. Нюрнберге, где находится копия фонтана, были изготовлены слепки недостающих деталей фонтана «Нептун», утерянные в результате Второй мировой войны. Затем недостающие детали фонтана были отлиты из бронзы, доставлены самолетом в Санкт-Петербург. Ингрид Кнауф, которая курирует работу музея КНАУФ, передала руководству Государственного музея-заповедника Петергоф эти детали в качестве дара. В результате реставрация фонтана в Петергофе была успешно завершена, и уже 20 лет он покоряет своей красотой и изяществом миллионы туристов со всех концов мира.

Сотрудничество с музеем «Петергоф» было продолжено. 11 сентября 2001 г. музею была передана разрушенная во время Великой Отечественной войны Хрустальная колонна, восстановление которой было профинансировано совместно с фирмой «Сименс». Начало истории «хрустальных колонн» было положено в середине XIX в. королем Пруссии Фридрихом Вильгельмом IV. В 1854 г. в потсдамском парке Сан-Суси появилось великолепное сооружение, названное тогда «жемчужиной садового искусства». Вместе с этой колонной были выполнены еще две, одну из которых король преподнес в дар своей сестре русской императрице Александре Федоровне, жене императора Николая I. После восстановления колонна заняла свое историческое место на Царицыном острове в Петергофе.

Следует отметить, что у предприятий группы КНАУФ есть региональные программы благотворительности. Возможно, оперативная помощь материалами для ремонта детского сада, или помощь в реконструкции поселкового ста-



Фонтан «Нептун» в Петергофе после реставрации



Открытие Хрустальной колонны в Петергофе. Хайнер Гамм, директор КНАУФ по СНГ, передает колонну директору ГМЗ «Петергоф» В.В. Знаменову (слева)



Передача микроавтобуса в Красногорске представителям благотворительного фонда «Мальтийская служба помощи Аугсбург и Берлин»



Сквер Гипсовый в п. Гипсовый Новомосковска, построен на средства компании КНАУФ



Иконостас церкви Тихвинской Божьей Матери в г. Кунгуре Пермского края – объект благотворительной деятельности братьев Кнауф



Воссозданный Храм Успения Богородицы в Овстуге Брянской области. Первое богослужение



диона, или поддержка участия детского коллектива в выездном конкурсе не столь масштабны, как благотворительные проекты головной компании, однако в рамках небольших и отдаленных населенных пунктов их трудно переоценить.

Среди учреждений культуры, получивших поддержку региональных предприятий группы КНАУФ, музеи Московского Кремля, Исторический музей в Москве, Эрмитаж, Краснодарский художественный музей им. Ф.А. Коваленко, Тульская областная филармония, Кунгурский краеведческий музей в Пермском крае. Материалы КНАУФ идут на ремонт зданий, выделяемые денежные средства – на реставрацию предметов искусства, проведение выставок в разных городах страны и др.

С начала 2000-х гг. мы оказываем помощь благотворительному фонду «Мальтийская служба помощи Аугсбург и Берлин» в Москве. Фонд учрежден как российская некоммерческая организация, оказывающая помощь москвичам на основе христианских принципов независимо от вероисповедания. Для первого ремонта помещения компания передала фонду строительные материалы, в дальнейшем помощь оказывается регулярно выделением транспорта, денежных средств и стройматериалов.

Значительным благотворительным проектом, где были сосредоточены усилия всех российских предприятий группы, стало восстановление церкви Успения Богородицы на родине поэта и дипломата Ф.И. Тютчева, приуроченное к 200-летию со дня его рождения. Строительство началось в 2000 г., а через три года в г. Овстуге Брянской области состоялось торжественное открытие с участием совладельца компании, Почетного консула России в Германии Николауса Кнауфа, управляющего по СНГ доктора Хайнера Гамма, руководства Брянской области. «Символом сердечных и дружеских связей между Россией и Баварией» назвал во время открытия Николаус Кнауф восстановленный храм.



Открытие первой в России экуменической часовни Мира в Россошинском мемориале – самом крупном военном захоронении в Европе, открытым 23 августа 1997 г. на месте разрушенных в 1942 г. сел Большая и Малая Россошки. Останки бойцов в Россошке находят до сих пор. Предают земле здесь же, на двух мемориальных кладбищах. На русском — 19 тысяч 387 советских солдат и офицеров. Напротив — 60 тысяч немецких военнопленных и их союзников

2007 г. российские предприятия КНАУФ завершили с отличным результатом, и по решению владельцев компании наши предприятия в Новомосковске, Челябинске и в п. Псебай Краснодарского края выделили на благотворительность по 1 млн евро. Эти средства были направлены в том числе на строительство и ремонт школы и стадиона (Новомосковск), помощь детям-сиротам (Челябинск), ремонт учреждений здравоохранения (Краснодарский край).

В 2014 г. Правительство Санкт-Петербурга передало медицинскому учреждению «Детский хоспис» в безвозмездное пользование здание в г. Павловске для размещения в нем стационара паллиативной помощи детям с неизлечимыми заболеваниями, проживающим на территории Ленинградской области. Здание находится на территории объекта культурного наследия федерального значения – парка «Мариенталь», в непосредственной близости к дворцу императора Павла I. До недавнего времени здание использовалось в качестве котельной. Петербургские предприятия КНАУФ совместно предоставили необходимые строительные материалы для ремонта будущего детского хосписа.

На протяжении многих лет получателем нашей помощи является Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера в Санкт-Петербурге.

Строительные материалы КНАУФ много раз безвозмездно поставлялись для устранения последствий при-

родных катаклизмов – после пожаров в Подмосковье и Нижегородской области в 2010 г. для строительства домов погорельцам, при наводнениях в Крымском районе Краснодарского края в 2012 г. и Хабаровске в 2014 г.

7 сентября 2016 г. в с. Россошка Волгоградской области открыта часовня Мира как символ примирения немецкого и русского народов. Мемориальный комплекс объединил два кладбища – российское и немецкое, где покоятся павшие в боях в битве под Сталинградом. Архитектура часовни символизирует послание солдат Второй мировой войны, покоящихся рядом, и представляет собой две гранитные стелы с православным и католическим крестами. Строительство реализовано под патронажем Почетного консула России в Германии Николауса Кнауфа, финансировало работы предприятие КНАУФ ГИПС Баскунчак. Проект часовни разработан немецким архитектором Юргеном фон Ройссом, создание часовни Мира поддержала Русская православная церковь, городские и местные власти Волгоградской области, российские ветераны. Во время открытия бывший министр экономики Германии Михаэль Глос отметил, что «сегодняшний день – это день воспоминаний об ужасе, горе и уничтожении. Но сегодняшний день также является днем напоминания о германо-российском примирении и о 70 годах мира между народами».

В данной статье мы упомянули наиболее значимые благотворительные проекты в регионах, где работают предприятия группы КНАУФ, ведь только их перечисление заняло бы не один десяток страниц. Социальная ответственность владельцев семейной компании КНАУФ чувствуется во всех регионах присутствия ее российских предприятий – они продолжают помогать ремонтировать детские и ветеранские дома, школы и дома культуры, строят и облагораживают местные парки отдыха, ремонтируют дороги, а в целом участвуют в возрождении и преумножении культурных ценностей, способствуют духовному развитию и мирному сосуществованию народов.



Торжественная церемония передачи в дар рисунков народного художника СССР Якова Ромаса (1902–1969), написанных им в период блокады Ленинграда 1941–1943 гг., которые компания КНАУФ приобрела у наследников художника, директору Музея обороны и блокады Ленинграда Сергею Курносову (слева)

Леонид Лось,
руководитель службы корпоративных коммуникаций
группы КНАУФ СНГ



Новые подходы и возможности в образовательных проектах НИУ МГСУ и компании КНАУФ

Приход в Россию в 1993 г. одного из ведущих мировых производителей строительных отделочных материалов на основе гипса компании КНАУФ сыграл большую положительную роль в возрождения отечественной гипсовой отрасли. Однако не менее значительный вклад компания КНАУФ внесла в развитие новых отношений в сфере образовательных проектов и социального партнерства с ведущими строительными вузами России. За короткий срок была создана сеть учебных центров КНАУФ для организации обучения технологиям сухого строительства с использованием гипсовых материалов, переподготовки и повышения квалификации специалистов строительного профиля и всех желающих.

В июле 2012 г. состоялось открытие Специализированной учебной лаборатории МГСУ–КНАУФ (СУЛ), которая была создана по совместной инициативе Московского государственного строительного университета и компании КНАУФ. Открытие лаборатории стало завершающим мероприятием Дней Германии в России, на котором присутствовали представители посольства, руководители группы КНАУФ в России и СНГ, руководители, преподаватели и студенты МГСУ.

Основной задачей лаборатории является организация подготовки специалистов строительной отрасли, способных на практике применять продукцию компании КНАУФ. Семинары и практические занятия ведут как преподаватели и специалисты университета, так и сотрудники компании КНАУФ. Занятия в лаборатории включены в учебный процесс и вызывают большой интерес у студентов различных строительных специальностей. Все прошедшие обучение получают сертификат компании КНАУФ. Учебные

программы охватывают вопросы сухого строительства, включая монтаж перегородок, потолков, полов, криволинейных поверхностей, наружных фасадов, облицовку бескаркасным способом; штукатурных работ, в том числе с использованием штукатурных станций PFT. Особенностью обучения являются преимущественные практические занятия, которым отводится до 70% учебного времени. Программы обучения постоянно модернизируются и обновляются модулями по инновационным материалам и



Открытие СУЛ МГСУ–КНАУФ



Проведение теоретических и практических занятий с привлечением ведущих специалистов компании КНАУФ



Выполнение исследовательских работ с использованием материалов КНАУФ



технологиям. Таким образом, знания и практические навыки, приобретаемые во время обучения, позволяют максимально правильно и широко использовать возможности современных материалов.

Основными направлениями в деятельности нового подразделения – СУЛ МГСУ–КНАУФ являются подготовка и повышение квалификации студентов, преподавателей и сотрудников МГСУ, а также специалистов гипсовой и строительной отрасли. Лаборатория всегда открыта для проведения исследований в области гипсовых отделочных материалов и сухих строительных смесей с целью решения актуальных научно-исследовательских и научно-технических задач. Также оказывается содействие в подготовке научно-исследовательского кадрового состава уни-



Проведение занятий со школьниками Москвы по программе «Абитуриент»

верситета по направлениям магистратура, аспирантура и докторантура за счет использования базы лаборатории.

Возможности и техническое оснащение лаборатории позволяют использовать ее для проведения различных университетских и международных научных встреч, семинаров и конференций.

В последние три года лаборатория принимает участие в новой образовательной программе «Абитуриент» совместно с отделом довузовской подготовки университета. Программа реализуется при поддержке Правительства Москвы и в течение всего учебного года и школьных каникул знакомит школьников с лучшими университетами города. Учащиеся от первого до выпускного классов еще в школе могут получить представление и выбрать профессию более осознанно.

В своей работе коллектив лаборатории всегда опирается на поддержку отдела образовательных программ и центрального учебного центра компании КНАУФ.

От многотысячного коллектива НИУ МГСУ поздравляем надежного партнера компанию КНАУФ с 25-летием работы в России. Желаем новых творческих и производственных побед. Гордимся совместной работой.



Участники международного российско-германского научного семинара по современным гипсовым материалам и изделиям

А.Ф. Бурьянов,
руководитель СУЛ МГСУ-КНАУФ, д-р техн. наук
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет



СМИ надежный инструмент формирования позитивного имиджа компании



Прошло 25 лет с того времени, когда немецкая компания КНАУФ начала свою производственную деятельность в России после приобретения пакета акций Комбината термовукоизоляционных и гипсовых материалов (ТИГИ) в г. Красногорске Московской области. Казалось бы, отличная новость: зарубежный инвестор, погашение задолженности по заработной плате и перед бюджетом, новые технологии, новые материалы...

Сейчас, когда компания КНАУФ является крупнейшим российским производителем высококачественных гипсовых строительных и отделочных материалов, работодателем, обеспечивающим стабильную заработную плату и цивилизованные трудовые отношения более чем 4 тыс. работникам, лауреатом конкурсов, проводимых Минстроем РФ, РСПП и другими профессиональными организациями, трудно поверить, что на первом этапе вхождение фирмы КНАУФ на российский строительный рынок воспринималось неоднозначно и даже критически.

Мне, как руководителю одного из ведущих профессиональных СМИ, не раз приходилось слышать, в том числе и с весьма высоких трибун, мнение о компании КНАУФ, как о конкуренте российских гипсовых предприятий, который воспользовался тяжелой ситуацией, чтобы «скупить сырье». Бывали высказывания и вовсе абсурдные.

Конечно, советских специалистов, а тем более простых людей, не приходилось осуждать за предвзятые суждения. Ведь до этого в советской промышленности строительных материалов практически не было опыта работы с иностранными инвесторами. В этой ситуации потребовалось срочно выстраивать взаимоотношения с окружающими компанию людьми на самых разных уровнях. Лишь спустя некоторое время в обиходе нарождающегося российского бизнеса появилось понятие «пи-ар» – Public Relations – связи с общественностью.

В целях PR, как известно, используется множество инструментов, PR-технологии совершенствуются, как любые другие. В этой статье мы расскажем об одном из направлений этой работы – взаимодействии со СМИ.

С первых шагов СП «ТИГИ КНАУФ», ОАО велась работа по налаживанию отношений с властными структурами, населением, СМИ. **Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы»**® в марте 1995 г. стал первым российским медиа-партнером фирмы КНАУФ в сегменте отраслевой периодики, так как к этому времени он уже перешел на новую издательскую технологию с использованием компьютерной техники, оперативно и профессионально готовил материалы к публикации, но самое главное – имел постоянную читательскую аудиторию, включавшую высококвалифицированных, вдумчивых специалистов. Именно к ним были обращены рекламные и технические публикации КНАУФ.

За 23 года нашего сотрудничества в журнале было опубликовано около 100 статей и информационных материалов, представляющих новые продукты и технологии их применения, рассказывающих о заводах КНАУФ, открывающихся в регионах России и странах СНГ, об образовательных и благотворительных проектах. Если собрать все публикации КНАУФ только из нашего журнала в один сборник, то получится своеобразная энциклопедия КНАУФ в России и СНГ.

Однако формировать позитивный имидж зарубежного инвестора приходилось не только во внешней среде. Не сразу работники старых предприятий, перешедших под юрисдикцию компании КНАУФ, принимали новые практики управления персоналом, организации труда, оценки эффективности. Кроме того, в советское время существовала система информирования работников о жизни предприятия путем проведения собраний трудового коллектива, встреч с руководством, через комсомольские/партийные организации, профсоюзы... В начале 1990-х гг. размеренная жизнь резко изменилась, стал нарастать информационный голод внутри предприятий.

И тогда появились корпоративные издания.

Первой стала газета «Вестник ТИГИ КНАУФ», которая начала выходить в декабре 1996 г. У сотрудников предприятия появилась возможность оперативно и из первых рук получать информацию о событиях, имеющих жизненно важное значение, таких как решения Совета директоров, результаты встреч руководства предприятия с городской администрацией, переговоров с ключевыми партнерами. Корпоративная газета стала также площадкой общественного признания, где рассказывалось о достижениях работников и их семей, публиковались поздравления не только с юбилеями, но и с бракосочетанием, рождением детей.

Руководство компании КНАУФ, тогда в лице генерального директора по России д-ра Хайнера Гамма, уделяло большое внимание работе с профессиональным сообществом (архитекторы, проектировщики, строители), а также с профильными СМИ. Эта работа было поручена Леониду Марьяновичу Лосю, военному переводчику и журналисту, только что уволившемуся из российских Вооруженных Сил. Опыт работы в пресс-службе Западной группы войск во время вывода российских войск из Германии пригодился ему для выстраивания деловых отношений немецкой компании с профильными журналистами в России. В короткие сроки была разработана стратегическая программа формирования положительного имиджа зарубежного инвестора в российскую промышленность, или, как говорит социологическая наука, – «создания и внедрения образа объекта (в нашем случае компании и ее новой продукции) в ценностный ряд социальной группы, с целью закрепления этого образа как идеального и необходимого в жизни».

Одним из первых мероприятий новой PR-стратегии стало создание в начале 1997 г. корпоративного журнала «KNAUF в России», который издавался для всех предприятий и учебных центров КНАУФ. На первых порах это был своеобразный аналог «KNAUF Journal», который издается с 1970 г. для сотрудников группы КНАУФ по всему миру. Со временем, когда в семье предприятий КНАУФ появилось прибавление – заводы на Украине, в Молдове, Казахстане, журнал переименовали в «KNAUF в России и СНГ».

В настоящее время корпоративное издание называется просто «Вести КНАУФ» и распространяется на заводах, в маркетинговых фирмах, учебных и ресурсных центрах КНАУФ России, Украины, Казахстана, Молдавии, Узбекистана и Белоруссии. Обращу внимание читателей, что с этого времени КНАУФ уже пишется по-русски.

В 2003 г. под эгидой дирекции по связям с общественностью КНАУФ СНГ запускается издательский проект, адресованный профессиональной аудитории архитекторов и проектировщиков. Новый журнал «Технологии КНАУФ», издаваемый ИД «АРД-ЦЕНТР», на конкретных примерах знакомит читателей с лучшими образцами применения продукции КНАУФ. В нем упор сделан на визуализацию информации: постановочные фотографии, чертежи, планы, разрезы, длины, площади, объемы, нормы расхода... Архитекторам до сих пор по нраву.

На широкую аудиторию читателей профессионального сообщества строительного комплекса была ориентирована газета «Сухое строительство», которая выходила как вкладка в главный печатный орган российских строителей – «Строительную газету». Газета освещала широкий круг вопросов, посвященных интенсивно развивающемуся направлению строи-





тельной технологии от аналитических обзоров отрасли и ее отдельных сегментов, презентации новых материалов, описания объектов, построенных с использованием технологии сухого строительства, до обсуждения нормативно-технических документов. И в каждом номере ненавязчиво, но настойчиво продвигалась информация о компании, ее руководителях, продукции, преимуществах комплектованных систем КНАУФ.

Говоря о формировании положительного образа зарубежного инвестора в России нельзя обойти вниманием такой мощный инструмент, как книги. Их изданию дирекция общественных связей (в настоящее время она называется служба корпоративных коммуникаций) всегда уделяла большое внимание.

Первым учебным пособием, изданным в 2000 г. на русском языке в России, стала книга д-ра Хайнера Гамма «Современная отделка помещений с использованием комплектованных систем КНАУФ». Мы гордимся тем, что издательству «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ» была доверена редакционная подготовка и выпуск книги в свет.

Затем были изданы на русском языке книги об истории семьи Кнауф и становлении ее бизнеса, альбомы к юбилеям предприятий, входящих в группу КНАУФ, к 10-, 15- и 20-летию работы компании в России.

Кроме выпуска изданий, направленных на корпоративный имидж и стимулирование продаж, компания КНАУФ всегда поддерживала издания учебной литературы, справочников по гипсу и гипсовым материалам, научных монографий, в том числе по архитектуре. Благодаря поддержке КНАУФ авторы получили возможность выпускать книги в твердом переплете, использовать большое количество полноцветных иллюстраций, что несомненно влияет на потребительские качества издания.

Важнейшим направлением работы службы корпоративных коммуникаций является организация поездок групп российских журналистов из отраслевых, общественно-политических и новостных СМИ с целью ознакомления с работой заводов КНАУФ, посещения знаковых объектов, на которых применяется продукция КНАУФ, встреч с архитекторами и строителями.

Первая такая поездка состоялась более 20 лет назад. В январе 1997 г. мы впервые посетили штаб-квартиру фирмы КНАУФ в г. Ипхофене, завод по производству гипсокартонных листов, учебный центр и крупнейшую европейскую выставку строительных материалов в Мюнхене – BAU 1997.

С тех пор мы побывали практически на всех заводах КНАУФ в России (в Красногорске, Санкт-Петербурге, Новомосковске, Дзержинске, Псебае, Казани, Челябинске, Кунгуре, Иркутске), а также в Киеве и Соледаре (Украина), Алма-ате (Казахстан), Бухаре (Узбекистан), и даже убедились, что в Греции действительно есть все, включая завод КНАУФ по производству Аквапанели...

Одна такая поездка обеспечивает службе корпоративных коммуникаций сразу несколько публикаций от коротких сообщений, публикуемых на новостных лентах еще в течение путешествия, до больших авторских статей, образно и позитивно живописующих компанию КНАУФ.

В июле 2018 г. российские журналисты получили от компании КНАУФ настоящий подарок. Наша группа вновь посетила Германию. В этот раз мы совершили буквально «паломничество» по памятным местам КНАУФ: посетили самый первый завод КНАУФ в Перле, выпили по чашечке кофе в крохотном кафе «Одиль» в Шенгене, над которым на втором этаже в небольшой комнате располагался первый офис будущей транснациональной компании. Но об этом я расскажу нашим читателям в сентябрьском номере журнала...

Редакция и редакционный совет сердечно поздравляют компанию КНАУФ с 25-летием работы в России. Пусть следующая четверть века будет успешнее и интересней. Успехов, друзья!

Елена Юмашева,
главный редактор журнала «Строительные материалы»®,
почетный строитель России



РЕМОНТ ПРОЙДЕТ УСПЕШНО!

Операция «Сапфир»



Новый высококачественный гипсокартонный лист КНАУФ-лист Сапфир объединяет в себе все лучшие свойства влагостойкого и огнестойкого гипсокартонного листа, обладает лучшими звукоизоляционными характеристиками, большей ударпрочностью и способностью выдерживать большие нагрузки. С ним ваш ремонт, безусловно, пройдет успешно!

НОВЫЙ КНАУФ-БЕТОКОНТАКТ

Полное обновление



* - 50 лет лучшие друзья

В этом году адгезионная грунтовка КНАУФ-Бетоконтакт отмечает юбилей – 50 лет на рынке. К этой знаменательной дате продукт был существенно обновлен. Новый состав обладает пониженным расходом, почти полным отсутствием запаха и низкой осаждаемостью кварцевого заполнителя. Ведро поменяло овальную форму на прямоугольную. Это позволяет полностью выработать грунтовку. На протяжении многих лет адгезионная грунтовка КНАУФ-Бетоконтакт является синонимом качества штукатурной системы и остается желаемым продуктом для профессионалов.



www.knauf.ru
ООО «КНАУФ ГИПС»

KNAUF
Немецкий стандарт