

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] №12



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

ДЕКАБРЬ 2015 г. (732)

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ для заводов силикатного кирпича



ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ
СЕРИИ VIKING
ОДНОСТОРОННИЕ 550 и 750 т
ДВУХСТОРОННИЕ 550, 750 и 1100 т
высокая производительность
энергоэффективность
воздушное охлаждение

ИНТЕНСИВНЫЕ СМЕСИТЕЛИ
СЕРИИ IMG
специально разработаны
и адаптированы
для приготовления силикатной массы

- НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ – ГАРАНТИЯ 3 ГОДА •
- ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ •
- ПРОСТОТА И УДОБСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ •

ООО «ИНВЕСТ-ТЕХНОЛОГИЯ»

www.it2004.ru



ЗАВОД
ТЕХПРИБОР

Тульская обл., г. Щекино
ПРЕДЛАГАЕТ

МЕЛЬНИЦЫ «ТРИБОКИНЕТИКА»



miningworld
RUSSIA

Диплом за лучшую
мельницу тонкого помола*

ОСМ 2015

Диплом за лучший
мельничный комплекс



*Всё
перемелется!*

* Диплом за лучшую мельницу тонкого помола российского производства по версии выставки Miningworld Russia.



Завод «ТЕХПРИБОР» РФ, Тульская область, г. Щекино, ул. Пирогова, д.43
Контактные телефоны: (48751) 9-05-95, 9-05-96, 9-05-21, 9-05-46
E-mail: manager@tpribor.ru / www.tpribor.ru

Учредитель журнала:
 ООО Рекламно-издательская
 фирма «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»
 Журнал зарегистрирован
 Министерством РФ по делам
 печати, телерадиовещания
 и средств массовой информации
 ПИ №77–1989
Входит в Перечень ВАК
 и государственный
 проект **РИНЦ**

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

№ 12

Основан в 1955 г.

(732) декабрь 2015 г.

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)

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,
 член-корреспондент 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)

КРАСОВИЦКИЙ Ю. В.,
 д-р техн. наук, профессор (Воронеж)

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

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

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

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

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

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

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

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

ХЕЛМИ Ш. С.,
 канд. техн. наук (Египет)

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»®, 2015

60 лет с отраслью

Е.И. ЮМАШЕВА

Роль научно-технической периодики в развитии промышленности
 строительных материалов и отраслевой науки не снижается 4

Журнал «Строительные материалы» неотъемлемый инструмент научной,
 производственной и образовательной деятельности в промышленности
 строительных материалов (Информация) 9

Керамические строительные материалы

CERAMITEC-2015. Выставка, которая развивается в кризис (Информация) 10

О.А. ФОМИНА, А.Ю. СТОЛБОУШКИН
 Формирование рациональной поровой структуры стеновой керамики
 из шламистых железорудных отходов 14

Юбилейная XXV международная выставка «УралСтройИндустрия»
 в Уфе (Информация) 20

А.И. ФОМЕНКО, А.Г. КАПТЮШИНА, В.С. ГРЫЗЛОВ
 Расширение сырьевой базы для строительной керамики 25

В.Д. КОТЛЯР, К.А. ЛАПУНОВА, Я.В. ЛАЗАРЕВА, И.М. УСЕПЯН
 Основные тенденции и перспективные виды сырья при производстве
 керамической черепицы 28

Силикатные строительные материалы

Конференция «Инновационные технологии производства извести»
 в Бергамо (Информация) 33

СИЛИКАТэкс – главный форум силикатчиков в Воронеже (Информация) 37

А.А. СЕМЁНОВ
 Рынок силикатных стеновых материалов
 и вопросы сырьевого обеспечения отрасли 40

Качественные пигменты для строительных материалов (Информация) 44

Сервисная служба ЛАСКО. Теперь и в России (Информация) 46

Диверсификация производства силикатного кирпича и извести
 путем внедрения карбонатной технологии (Информация) 48

Г.В. КУЗНЕЦОВА
 Способ прессования силикатного кирпича
 и метод определения его сырцово-прочности 50

В.А. ВОЙТОВИЧ, И.Н. ХРЯПЧЕНКОВА
 Роль нанотехнологий в повышении качества и долговечности
 кирпичной кладки 54

Е.С. ШИНКЕВИЧ, Е.С. ЛУЦКИН
 Поризованные композиты безавтоклавного твердения на основе
 комплексно активированных силикатных сырьевых смесей 57

Е.В. ФОМИНА, Н.П. КУДЕЯРОВА, В.В. ТЮКАВКИНА
 Активация гидратации композиционного вяжущего
 на основе техногенного сырья 61

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

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка и воспроизведение статей, рекламных и иллюстративных материалов возможны лишь с письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.

Founder of the journal:
«STROYMATERIALY»
Advertising-Publishing Firm, OOO

The journal is registered
by the RF Ministry of Press,
Broadcasting and Mass
Communications,
PI № 77-1989

Monthly scientific-technical and industrial journal

STROYTEL'NYE MATERIALY® No. 12

Founded in 1955

(732) December 2015 r.

Editor-in-chief

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

Editorial Board

RESIN V.,
Chairman, Doctor of Sciences (Economy),
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),
Corresponding Member 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)

KRASOVITSKY Yu.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Professor (Voronezh)

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

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

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

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

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

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

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

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

KHELMI Sh. S.,
Candidate of Sciences (Engineering)
(Egypt, Cairo)

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

CHEARNYSHOV 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)

60 years with branch

E.I. YUMASHEVA

The Role of Scientific-Technical Periodicals in Development of Building Materials Industry and Branch Science Doesn't Decrease 4

Ceramic building materials

CERAMITEC 2015 is an exhibition which is developing in the crisis (Information) 10

O.A. FOMINA, A.Yu. STOLBOUSHKIN

Formation of Rational Porous Structure of Wall Ceramics from Slimy Iron-Ore Tailings ... 14

The XXV Jubilee International Exhibition UralStroyIndustry in Ufa (Information) 20

A.I. FOMENKO, A.G. KAPTYUSHINA, V. S. GRYZLOV

Expansion of Raw Material Resources Base for Construction Ceramics 25

V.D. KOTLYAR, K.A. LAPUNOVA, I.V. LAZAREVA, I.M. USEPYAN

Main Trends and Prospective Types of Raw Material When Producing Ceramic Tile ... 28

Silicate building materials

The Conference «Innovative Technologies of Lime Production» in Bergamo (Information) 33

SILICATEX is the Main Forum of Silicate Manufacturers (Information) 37

A.A. SEMENOV

Silicate Wall Materials Market and Problems of Providing Industry with Raw Materials 40

Qualitative Pigments for Building Materials (Information) 44

Customer Service of LASKO. Now and in Russia (Information) 46

Diversification of Silicate Brick and Lime Manufacture by Introduction of Carbonate Technology (Information) 48

G.V. KUZNETSOVA

Method for Pressing of Silicate Brick and Method for Defining Its Raw Strength 50

V.A. VOYTOVICH, I.N. KHRYAPCHENKOVA

The Role of Nano-Technologies in Improving the Quality and Durability of Brick Masonry 54

E.S. SHINKEVICH, E.S. LUTSKIN

Porous Composites of Non-Autoclave Hardening on the Basis of Complexly Activated Silicate Raw Mixes 57

E.V. FOMINA, N.P. KUDEYAROVA, V.V. TYUKAVKINA

Activation of Hydration of a Composite Binder on the Basis of Anthropogenic Raw ... 61

Personnel for the industry

S.V. FEDOSOV, N.A. GRUZINTSEVA, A.Yu. MATROKHIN

Simulation of Conditions for Ensuring the Product Quality of Enterprises Manufacturing Building Materials with Due Regard for Level of Professionalism of Staff Potential 65

Problems And Prospects Of Production Of Wooden Products (Information) 68

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Highway,
127434, Moscow, Russian Federation
Tel./fax: (499) 976-22-08, 976-20-36
Email: mail@rifsm.ru <http://www.rifsm.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 № 12

Кадры для отрасли

С.В. ФЕДОСОВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, А.Ю. МАТРОХИН

Моделирование условий обеспечения качества продукции предприятия по производству строительных материалов с учетом уровня профессионализма кадрового потенциала 65

Проблемы и перспективы производства изделий из древесины (Информация)..... 68

Технология

Л.А. ВАЙСБЕРГ, Е.Е. КАМЕНЕВА, А.В. СИНИЦЫН

Современные методы исследования прочностных характеристик строительных горных пород при производстве щебня..... 70

Результаты научных исследований

М.С. ГАРКАВИ, Х.-Б. ФИШЕР, А.Ф. БУРЬЯНОВ

Особенности кристаллизации двухводного гипса при искусственном старении гипсового вяжущего 73

З. ПАСТОРИ, З. БОРЧОК, Г.А. ГОРБАЧЕВА

Баланс CO₂ различных видов стеновых конструкций 76

А.А. ГУВАЛОВ, С.И. АББАСОВА, Т.В. КУЗНЕЦОВА

Улучшение структуры высокопрочного бетона с применением модификаторов 78

П.С. БАСКАКОВ, В.В. СТРОКОВА, К.П. МАЛЬЦЕВА

Влияние щелочного воздействия на свойства акриловых и стирол-акриловых дисперсий для водных лакокрасочных материалов..... 81

Н.И. КОЖУХОВА, И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, Е.В. ФОМИНА

Фазообразование в геополимерных системах на основе золы-уноса Апатитской ТЭЦ 85

Я.И. ВАЙСМАН, Д.Д. ЖУКОВ, Ю.А. КЕТОВ

Утилизация минеральных ват в производстве ячеистого стекла..... 89

Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы» в 2015 г. 92

Stroitel'nye Materialy No. 12

Technology

L.A. VAISBERG, E.E. KAMENEVA, A.V. SINITSIN

Contemporary Methods for Study of Strength Characteristics of Building Rocks When Producing Crushed Stone..... 70

Results of scientific research

M.S. GARKAVI, H.-B. FISHER, A.F. BURIANOV

Features of Crystallization Of Gypsum Dihydrate in the Course of Artificial Aging of Gypsum Binder 73

Z. PASTORI, Z. BORCHOK, G.A. GORBACHEVA

Balance of CO₂ of Different Types of Wall Structures..... 76

A.A. GUALOV, S.I. ABBASOVA, T.V. KUZNETSOVA

Improvement of High-Strength Concretes Structure Using Modifiers 78

P.S. BASKAKOV, V.V. STROKOVA, K.P. MAL'TSEVA

Influence of Alkaline Impact on Properties of Acrylic and Styrene-Acrylic Dispersions for Water Paintwork Materials 81

N.I. KOZHUKHOVA, I.V. ZHERNOVSKY, E.V. FOMINA

Phase Formation in Geo-Polymer Systems on the Basis of Fly Ash of Apatity TPS 85

Ya.I. VAYSMAN, D.D. ZHUKOV, Yu.A. KETOV

Utilization of Mineral Wools When Producing Cellular Glass..... 89

Index of Articles Published in the Journal «Construction Materials» in 2015..... 92

Е.И. ЮМАШЕВА, инженер-технолог (mail@rifsm.ru),
главный редактор журнала «Строительные материалы»®
ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ» (127434, г. Москва, Дмитровское ш., 9, стр. 3, оф. 225)

Роль научно-технической периодики в развитии промышленности строительных материалов и отраслевой науки не снижается

Показано, что несмотря на развитие компьютерных коммуникаций, научные и научно-технические издания продолжают играть важную роль связующего информационного звена между предприятиями промышленности строительных материалов, профильными вузами и отраслевыми научными организациями. Выявлена периодизация создания отраслевых научно-технических журналов, совпадающая с приоритетами развития экономики и науки. На примере журнала «Строительные материалы»® рассмотрена эволюция миссии научно-технической периодики, трансформация взаимоотношений с целевой читательской аудиторией и авторами. Обоснована непреходящая востребованность журнала промышленными предприятиями, научными организациями, профильным вузами.

Ключевые слова: научный журнал, высшее образование, промышленное предприятие, отраслевая выставка, редакция.

E.I. YUMASHEVA, Engineer (mail@mail.ru)
ООО РИФ «STROYMATERIALY» (9, structure 3, office 225, Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation)

The Role of Scientific-Technical Periodicals in Development of Building Materials Industry and Branch Science Doesn't Decrease

It is shown that, despite the development of computer communications, scientific and science-technical publications continue to play an important role of connecting information link between enterprises of building materials industry, specialized higher educational establishments, and branch science. The periodization of the creation of branch scientific-technical journals, coinciding with priorities of development of economy and science, is revealed. On the example of the "Construction Materials" Journal, the evolution of the mission of scientific-technical periodicals, the transformation of relationship with the target readership and authors are considered. The enduring demand for the journal by industrial enterprises, scientific organizations, specialized higher educational establishments is substantiated.

Keywords: scientific journal, higher education, industrial enterprise, branch exhibition, editorial board.

В последние годы постоянно муссируется тезис об отмирании научных и научно-технических изданий, в первую очередь на бумажном носителе. Главным аргументом сторонников данного утверждения является бурное развитие компьютерных технологий, всеобщая компьютеризация жизни человека чуть ли не от рождения. Не вдаваясь в дискуссию, попробуем показать, что слухи о кончине «бумажных» журналов сильно преувеличены.

Обратимся к истории. 350 лет назад во Франции было начато издание научных журналов, первым из которых считается французский «Журнал де Саван», первый номер которого вышел в свет в Париже 5 января 1665 г. Приятно удивляет, что этот журнал выходит дважды в год и в настоящее время [1].

В России первый научный журнал «Комментарии Академии наук» был выпущен Г.Ф. Миллером в 1726 г. на латыни. Однако попытка создания научного периодического органа потерпела неудачу сразу же после выхода первого номера из-за крайне узкого круга читателей и постоянной нехватки готовых к публикации работ [2].

С начала XIX в. в России стали создаваться журналы по различным отраслям науки и техники, многие из которых здравствуют и в настоящее время. Это является ярким подтверждением того факта, что несмотря на стреми-

тельное развитие компьютерных технологий и электронных коммуникаций, научные журналы не утратили своего значения для научной и практической деятельности.

Первые российские научные журналы, касающиеся строительства, созданы в дореволюционный период, что соответствовало приоритетным направлениям развития инженерной и научной мысли. В 1901 г. создан журнал «Цемент» [3]. Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» ведет свою историю с 1913 г. [4]. В настоящее время журналы по строительству и архитектуре несколько десятков.

Если проанализировать названия и годы создания советских строительных журналов (табл. 1), то достаточно четко выявляется определенная периодизация, совпадающая и с приоритетами развития экономики и науки. Скачкообразное увеличение отраслевых научно-технических изданий приходится на следующие периоды:

- период первых пятилеток и индустриализации;
- годы Великой Отечественной войны;
- период восстановления экономики и хозяйства страны после Великой Отечественной войны.

Перемещение прикладных научных исследований из отраслевых институтов в профильные вузы (1990–2000-е гг.), формирование Перечня журналов ВАК

по впервые сформулированным относительно жестким формальным критериям в 2009 г., попытки превращения научных и научно-технических журналов из площадки обмена информацией в один из главных инструментов оценки и управления научной деятельностью стали факторами, определяющими создание множества научных и научно-технических журналов с соответствующим целеполаганием. Но это тема совсем другой статьи.

Итак, к периоду интенсивного восстановления разрушенного войной народного хозяйства, возрождения производственных предприятий, создания новых отраслей строительного произ-

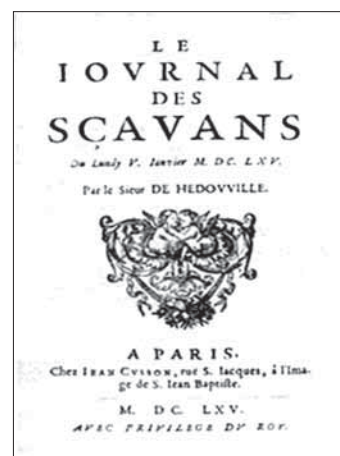


Таблица 1

Название журнала	Год создания
До 1930 г.	
Промышленное и гражданское строительство	1923
Стекло и керамика	1925
1930–1940 гг.	
Гидротехническое строительство	1930
Транспортное строительство	1931
Сталь	1931
Огнеупоры и техническая керамика	1933
Архитектура и строительство СССР	1933
Механизация строительства	1939
1941–1945 гг.	
Монтажные и специальные работы в строительстве	1941
БСТ – Бюллетень строительной техники	1944
1950–1960 гг.	
Архитектурное наследие	1951
Архитектура и строительство Москвы	1952
Бетон и железобетон	1955
Строительные материалы	
Геодезия и картография	1956
Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка	1957
Известия вузов. Строительство	1958
Жилищное строительство	
Вестник МИСИ	1959
Основания, фундаменты и механика грунтов	
Строительная механика и расчет сооружений	
Экономика строительства	



водства относится и скачкообразное развитие отраслевой научно-технической периодики.

В приоритете – развитие жилищного строительства, в том числе индустриальным методом, развитие отраслевой науки, высшего технического образования. 19 августа 1954 г. выходит Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 1804 «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства».

Журналы, созданные в 1955 г., направлены на информационное обеспечение предприятий отрасли, способствование скорейшему внедрению научных разработок и достижений техники в практику производства. Один из них – журнал «Строительные материалы»® – был создан как информационный орган Министерства промышленности строительных материалов СССР. Перед новым изданием ставилась задача освещения и разъяснения технической политики в отрасли и активной пропаганды научных достижений.

Благодаря административному ресурсу и активной позиции редакции журнал быстро стал необходимым инструментом для руководителей и технических специалистов предприятий отрасли.



П.П. Будников

Отмечая 60-летие журнала «Строительные материалы»®, нельзя не отдать дань уважения его главным редакторам.

В течение многих лет главным редактором журнала был выдающийся ученый в области химии и технологии силикатов член-корреспондент АН СССР **Петр Петрович Будников**. Он привлек в журнал крупнейших ученых, работающих в различных областях строительного материаловедения, и положил начало сотрудничеству с профильными вузами.

Большой вклад в укрепление связи журнала с отраслевыми научно-исследовательскими институтами внес **Аркадий Антонович Крупин**, назначенный главным редактором журнала в 1970 г. Фронтовик, защитник ленинградской Дороги жизни, в мирное время А.А. Крупин руководил организацией работы промышленности строительных материалов в Эстонии и на Урале, а затем возглавил головной институт по строительным материалам – ВНИИСТРОМ, которому впоследствии было присвоено имя Петра Петровича Будникова.

В 1977 г. МПСМ СССР поручило руководство журналом известному организатору промышленности **Анатолию Николаевичу Садовскому**, уделявшему большое внимание технической реконструкции действующих предприятий. Большой вклад внес Анатолий Николаевич в создание первых отечественных автоматизированных кирпичных заводов и других предприятий отрасли. Благодаря А.Н. Садовскому значительно укрепилась связь журнала с промышленностью [5].

Маргарита Григорьевна Рублевская возглавила журнал в 1990 г. К этому времени она уже 29 лет работала в журнале, из которых более 15 лет фактически руководила всей оперативной работой в должности заместителя главного редактора. Именно ее усилиями в годы перестройки был сохранен отраслевой научно-технический журнал «Строительные материалы»®. Это – личный вклад Маргариты Григорьевны Рублевской в развитие промышленности строительных материалов нашей страны.



А.Н. Садовский



А.А. Крупин



М.Г. Рублевская

Как любое средство коммуникации, журнал «Строительные материалы»[®] выполняет определенную миссию:

- донесение научной информации до широкого круга специалистов;
- продвижение результатов научной деятельности;
- осуществление связи между учеными из различных стран и регионов; между различными отраслями науки; между отраслевой наукой и практикой;
- предоставление открытого информационного пространства для научной полемики;
- предоставление трибуны для самых смелых научных и технических идей;
- обсуждение результатов внедрения новой техники как отечественного, так и зарубежного производства;
- составление своеобразной энциклопедии отрасли, бережное сохранение истории развития промышленности и отраслевой науки.

С первых лет издания сотрудники редакции поддерживали тесную связь с заводчанами. Не потеряна эта связь и в настоящее время, когда промышленность и отраслевая наука, испытывая значительные трудности, все больше отдаляются друг от друга. За прошедшие годы журнал не только не утратил своих позиций, но и существенно их укрепил.

В настоящее время в журнале ежегодно выступают более пятисот авторов – инженеров, кандидатов и докторов наук, академиков, директоров и ведущих специалистов промышленных предприятий практически из всех

регионов России, стран СНГ и Балтии, а также из зарубежных стран.

Предприятия являются активными подписчиками. Журнал читают руководители заводов, главные технологи, главные инженеры, руководители заводских лабораторий.

Специалисты предприятий всегда были и остаются среди авторов статей, так как внедрение новой техники, совершенствование технологии ведется в тесном сотрудничестве заводчан и представителей научных организаций, машиностроительных и инженеринговых компаний.

Сотрудничество с профильными вузами началось с первых лет издания и развивалось по мере создания в регионах специализированных строительных факультетов и кафедр строительных материалов и конструкций.

Первым стратегическим партнером журнала среди вузов стал Московский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева (ныне Московский государственный строительный университет), где в 1944 г. был создан строительно-технологический факультет. Ученые МИСИ стали постоянными авторами журнала, входили в состав редакционной коллегии.

Активными авторами журнала были и остаются ученые Санкт-Петербургского, Казанского, Воронежского, Новосибирского, Томского, Пензенского, Ростовского архитектурно-строительных университетов (ранее институтов).

Качественно новым этапом развития высшей школы в области строительно-технологического образования для промышленности строи-



Журнал «Строительные материалы» № 9–1971 г. был подготовлен к проведению первой в мировой практике специализированной международной выставки «Стройматериалы-71», на которой было представлено более 300 предприятий и 90 научно-исследовательских и проектных институтов СССР

тельных материалов стало фактическое создание в 1970 г. первого и единственного не только в СССР, но и в Европе технологического вуза данного профиля – Белгородского технологического института строительных материалов, которому в 1979 г. было присвоено имя министра промышленности строительных материалов СССР Ивана Александровича Гришманова. Именно ему вуз и промышленность обязаны исполнением раздела Постановления

Таблица 2

Отраслевые мероприятия, организуемые редакцией журнала «Строительные материалы»

Год начала проведения мероприятия	Название	Периодичность	Место проведения
2003	Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности в России: КЕРАМТЭКС»	Ежегодно	Москва Санкт-Петербург Казань Краснодар Ростов-на-Дону Ярославль
2007	Международная научно-практическая конференция «Развитие производства силикатного кирпича в России: СИЛИКАТЭкс»,	Ежегодно	Москва, Нижний Новгород Тамбов Тюмень Краснодар Екатеринбург Воронеж
2011	Международная научно-практическая конференция «Развитие крупнопанельного домостроения в России: InterConPan» (Совместно с институтом ЦНИИЭП жилища и редакцией журнала «Жилищное строительство»)	Ежегодно	Москва, Санкт-Петербург Ростов-на-Дону Казань
2013	Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии производства извести» (Совместно с Союзом производителей извести)	Ежегодно	Мюнхен (Германия) Москва Бергамо (Италия)



Стенд журнала «Строительные материалы»[®] на выставке Ceramic China-2009 (Гуанчжоу, Китай)

Совета Министров СССР № 797 от 29 апреля 1954 г. «О мероприятиях по дальнейшему развитию промышленности, культурно-бытового и жилищного строительства в Белгородской области», касающегося создания Белгородского технологического института строительных материалов.

Наличие уникальной учебно-технологической и лабораторной базы, прямая связь с промышленностью обеспечили стремительное развитие научных исследований в области цемента, силикатных материалов, керамики, совершенствования и создания нового оборудования для промышленности строительных материалов. Эти работы находили отражение в многочисленных публикациях ученых БТИСМ в журнале «Строительные материалы»[®].

В настоящее время, согласно стратегии развития науки в нашей стране, вузы должны стать основными генераторами научных знаний. Важным критерием эффективности научной деятельности стала публикационная активность, поэтому укрепление и расширение сотрудничества между вузами и журналом «Строительные материалы»[®] становится еще более актуальным.

После социально-экономических преобразований экономики и изменения концепции развития научно-технической сферы в вузы переместились отраслевые научные исследования. Вузы стали не только поставщиками кадров для отрасли, но и потенциальными партнерами промышленных предприятий в решении технических и технологических задач.

Отрадно, что на смену старшему поколению приходят молодые ученые, чьи имена уверенно звучат в научном мире не только России, но и за рубежом.

Активными партнерами журнала неизменно остаются машиностроительные компании, как российские, так и зарубежные.

Отраслевая наука является главным поставщиком сырья для производства журнала — научных статей. Поэтому специалисты редакции всегда в гуще научных событий не только в России, но и за рубежом. Журнал — постоянный участник научных мероприятий Российской академии архитектуры и строительных наук, конференций, организуемых на базе вузов и научных институтов. Развивается сотрудничество журнала с научно-производственными и внедренческими фирмами, созданными успешными учеными.

Редакция журнала «Строительные материалы»[®] сотрудничает с некоммерческими объединениями предприятий подотраслей промышленности строительных материалов с первых лет их создания, является инициатором последовательного объединения отрасли [6].

Как аккумулятор специализированной научной и практической информации по подотраслям, а также актуальной контактной базы журнал расширил свое полезное участие в жизни отрасли. С 2003 г. редакция является организатором научно-практических конференций, ставших впоследствии крупнейшими форумами специалистов (табл. 2).

Специализированные выставки являются важнейшим инструментом современного маркетинга, местом, где встречаются потенциальные партнеры, в том числе из разных отраслей промышленности, науки и бизнеса. Сотрудничество журнала со специализированными выставками началось еще в советский период — по заданию Министерства промышленности строительных материалов СССР. Тогда оно носило только информационный характер. К проведению выставок выпускались тематические номера со строго регламентированным содержанием, публиковались обзоры.

Наступило новое время, новые выставочные организации стали проводить новые выставки, между выставками и журналом стали формироваться новые партнерские отношения. С 1993 г. редакция становится партнером российских отраслевых выставок в различных регионах страны. С 1995 г. журнал и сам является экспонентом.

За 20 лет активной выставочной работы журнал принял участие более чем в 150 выставках в 15 регионах России и 5 зарубежных странах.

В 2002 г. Федеральный институт промышленной собственности присвоил товарный знак журналу «Строительные материалы»[®], что является признанием журнала как советского бренда, а также высокой ценности научной, технической и экономи-

ческой информации, сконцентрированной на страницах журнала и публикуемой в лучших традициях издательской культуры.

Век компьютерных коммуникаций таков, что если журнал не представлен в сети Интернет, то для большинства его потенциальных читателей он не существует. Сайт журнала «Строительные материалы»[®] был создан в 1998 г. и с тех пор ни разу не менял доменного имени www.rifsm.ru. В 2008 г. журнал одним из первых среди изданий по тематике «Строительство и архитектура» был размещен на платформе Научной электронной библиотеки eLibrary.ru. По показателям публикационной активности он неизменно занимает ведущие позиции в рейтингах «Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)» и SCIENCE INDEX.

В настоящее время завершена подготовительная работа по формированию ядра российских журналов RUSSIAN SCIENCE CITATION INDEX для размещения на зарубежной платформе Web of Science. Конечно, журнал «Строительные материалы»[®] в числе лучших.

В соответствии с приказом Минобрнауки России от 25 июля 2014 г. № 793 с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 03 июня 2015 г. № 560 сформирован и вступил в силу 1 декабря 2015 г. перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук



Награды и дипломы многих и многих выставок являются свидетельством высокой оценки развития выставочных коммуникаций



Министерство образования и науки Российской Федерации
 Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Перечень Заявки Международные базы FAQ Инструкция

Строительные материалы

Наименование издания	Строительные материалы
Адрес официального сайта издания	http://elstm.ru/editions/journals/1/2015/5/1/
Периодичность	None
ISSN	0585-430X
Группы специальностей	05.01.00 Уравненная геометрия и компьютерная графика 05.17.00 Химическая технология 05.23.00 Строительство и архитектура 05.26.00 Безопасность деятельности человека 02.00.00 Химические науки

Список литературы

1. Ханова А. Первый журнал в мире – «Journal des Savants»: история создания // *RELGA*. 2004. № 12. Электронное издание. <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=295&level1=main&level2=articles> (дата обращения 14.01.2015).
2. Акопов А.И. Отечественные специальные журналы (1765–1917). Историко-типологический обзор. Ростов-на-Дону, 1995. 132 с.
3. Журналу «Цемент и его применение» 110 лет // *Цемент и его применение*. 2011. № 1–2. С. 20–23.
4. Швецов В.Н. 95 лет со дня основания нашего журнала // *Водоснабжение и санитарная техника*. 2008. № 3. Ч. 1. С. 2–3.
5. Рублевская М.Г. Журнал «Строительные материалы» 1955–1995 // *Строительные материалы*. 1995. № 2. С. 3–6.
6. Один в поле не воин: необходимость объединения отрасли назрела (Информация о встрече руководителей отраслевых объединений промышленности строительных материалов России) // *Строительные материалы*. 2009. № 1. С. 26–27.

References

1. Khanova A. The first magazine in the world – «Journal des Savants»: the history of creation. *RELGA*. 2004. No. 12. <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=295&level1=main&level2=articles> (date of access 14.01.2015). (In Russian).
2. Akopov A.I. Otechestvennye spetsial'nye zhurnaly (1765–1917). Istoriko-tipologicheskii obzor [Domestic special magazines (1765–1917). Historical and typological overview]. Rostov-on-Don. 1995. 132 p.
3. The journal “Tsement i ego primenenie” 110 years. *Tsement i ego primenenie*. 2011. No. 1–2, pp. 20–23. (In Russian).
4. Shvetsov V.N. 95 years since the founding of the magazine. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2008. No. 3. Part 1, pp. 2–3. (In Russian).
5. Rublevskaya M.G. Journal “Stroitel'nye Materialy” 1955–1995. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 1995. No. 2, pp. 3–6. (In Russian).
6. One cannot conquer alone: necessity of association of branch has ripened (The information on a meeting of heads of branch associations of the building materials industry of Russia). *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2009. No. 1, pp. 26–27. (In Russian).

(Перечень ВАК). Важными критериями для включения журналов в Перечень являются их позиции в сети Интернет. Более того, издания, текущие номера которых или их переводные версии входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования считаются автоматически входящими в Перечень ВАК по отраслям науки, соответствующим их профилю. Журнал «Строительные материалы»® входит в международную базу Chemical Abstracts, что отражено, как на сайте издательства, так и на сайте ВАК (http://perechen.vak2.ed.gov.ru/edition_view/6060).

Таким образом, научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы»® был и остается признанным лидером отраслевой научно-технической периодики, он не только не уступает своих позиций новым компьютерным информационным инструментам, но и активно использует их для дальнейшего поступательного развития.

Созданный 60 лет назад как орган отраслевого министерства, журнал «Строительные материалы»® стал надежным связующим информационным звеном между строительной наукой, высшей школой и предприятиями отрасли, а также между учеными-материаловедами разных стран. Несмотря на социальные и экономические потрясения, стремительное развитие электронных коммуникаций, смену поколений в промышленности и науке, он остается востребованным и полезным. Сотрудники редакции по праву считают себя неотъемлемой частью строительного комплекса и промышленности строительных материалов, полноправными членами профессионального сообщества.

Журнал «Строительные материалы»[®] — неотъемлемый инструмент научной, производственной и образовательной деятельности в промышленности строительных материалов



Коллектив ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ» поздравляет редакцию научно-технического и производственного журнала «Строительные материалы»[®] с 60-летием.

Мы искренне благодарны за полезную информацию и многолетнее сотрудничество, высоко ценим журнал и считаем, что он вносит свой вклад в развитие нашей отрасли. Желаем всем сотрудникам редакции здоровья и всех благ, а журналу — развития и процветания всегда, а не только по случаю 60-летия. Но в этот раз хотелось бы сказать и другие слова.

Так получилось, что мы с журналом «Строительные материалы»[®] ровесники. И мое знакомство с ним состоялось ровно 35 лет назад. Больше половины жизни журнал был постоянно необходим и полезен в работе!

Началось наше знакомство, когда я после окончания строительного техникума и службы в армии начал работать мастером в СМУ-3 треста «Карачаево-Черкесскпромстрой». Хотелось развиваться, продвигаться, как сейчас сказали бы, по карьерной лестнице. Но в те годы без высшего специального образования профессионально расти было сложно. Тогда многие работали и учились. И я поступил на заочное отделение факультета ПГС Ставропольского политехнического института. Там в библиотеке первый раз увидел журнал. Это сейчас студенты в основном довольствуются информацией из Интернета, а более продвинутые «ходят» в электронные библиотеки. Мы конспектировали книги и журналы, писали по ним рефераты и курсовые работы. Кстати, трест тоже журнал выписывал, ведь он был не только «министерским», но и реально полезным: передовой опыт, внедрение новой техники, разработка новых материалов и технологий — обо всем этом специалисты оперативно узнавали именно из журнала.

Сейчас, наверное, только экономисты и политологи помнят об ускорении и перестройке — процессах, вызванных необходимостью совершенствования существовавшей экономической и социально-политической системы в СССР. В конце 1986 г. был принят закон «Об индивидуальной трудовой деятельности», с 1987 г. началась перестройка. Почему я об этом вспоминаю? Мы, молодые, образованные, энергичные люди приветствовали грядущие перемены, верили в свои силы и хотели сделать жизнь лучше.

В апреле 1989 г. Адыге-Хабльским райисполкомом был зарегистрирован проектно-строительный кооператив «Фирма», положивший начало бизнесу. Кооператив стал подписчиком журнала «Строительные материалы». В 1991 г. подписку продолжило производственно-коммерческое индивидуальное частное предприятие «Керамика», в 1992 г. — ТОО «Керамика-Т» (приходилось соответствовать стремительно меняющемуся законодательству).

Когда начался этап строительства производственных линий и отладки технологии выпуска товарного бетона и керамзитового гравия, журнал «Строительные материалы» стал буквально настольной книгой технических специалистов предприятия. Инженерные и технологические решения разрабатывались на основании анализа публикаций в журнале.

Продукция нашего керамзитового завода попала в поле зрения известного советского государственного деятеля, Героя социалистического труда, бывшего заместителя председателя Госстроя СССР М.Г. Чентемирова — одного из инициаторов внедрения керамзита в строительство, которого часто называют отцом керамзита. Уже отойдя от больших государственных дел и

работая в НИИЖБе, Минас Георгиевич постоянно бывал на предприятиях, в частности на Армавирском ДСК, куда мы поставляли керамзит. Он посетил наш завод и стал настоятельно рекомендовать мне заняться научными исследованиями.

Обучение в аспирантуре НИИЖБа стало новым этапом работы с журналом. Теперь я смотрел на него, как на источник научной информации и площадку для публикации результатов собственной научной работы. В 1998 г. состоялась моя защита кандидатской диссертации под руководством д-ра техн. наук А.И. Звездова. Затем последовало патентование разработок, и снова публикации в журнале.

Результаты научных исследований незамедлительно внедрялись в производство. Оснащение заводской лаборатории, а также возможность проводить полномасштабные промышленные эксперименты позволили продолжить научную работу, результатом которой стали защита докторской диссертации в 2005 г., получение ряда патентов, постоянная модернизация производства и совершенствование технологии.

В августе 2007 г. на базе заводской лаборатории «ЧЕРКЕССКСТРОМ» (так стало называться предприятие после очередной реорганизации) был создан испытательный центр по строительным материалам, аккредитованный Госстандартом РФ. На его базе мы с коллегами стали разрабатывать рецептуры сухих строительных смесей для нового завода, начавшего выпуск продукции в конце 2008 г. В настоящее время строится завод по производству гипсового вяжущего. Ведутся перспективные исследования. Эти темы являются постоянными в журнале «Строительные материалы»[®]. Каждый номер мы тщательно изучаем, отмечаем все необходимое для текущей работы, с интересом следим за перспективными разработками, особенно в области нанотехнологии.

Со мной работают сыновья. С первых дней, как пришли на предприятие, учу их не полагаться только на Интернет. Хотя им привычнее читать электронную версию журнала на планшетах. Но уже привыкли, тоже с интересом ждут каждый номер.

35 лет прошло. Мы — ровесники с журналом, — развивались, менялись, преодолевали последствия той самой перестройки и кризисы бок о бок. Неизменными остаются непреходящая польза журнала нам, производственникам, и подписка на него, которую мы оформляем каждый год.

Успех ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ» является результатом эффективного сочетания научного и производственного потенциала в промышленности. Свой информационный вклад в него вносит и журнал «Строительные материалы»[®].

Благодарим вас, коллеги, и надеемся еще долгие годы идти по жизни вместе.

Мухадин Чашифович Тамов,
доктор технических наук,

действительный член Российской инженерной академии,
заслуженный строитель Карачаево-Черкесской Республики,
почетный строитель России,
генеральный директор ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ»

Ceramitec 2015 ВЫСТАВКА, КОТОРАЯ РАЗВИВАЕТСЯ В КРИЗИС



20–23 октября 2015 г. в выставочном комплексе Мюнхена (Германия) прошла 13-я Международная выставка машин, оборудования и сырьевых материалов для керамической промышленности CERAMITEC-2015. По сложившейся традиции на выставке был представлен стенд журнала «Строительные материалы»®, который вновь стал местом встречи и переговоров многих коллег из России и стран СНГ.



Экспозиция CERAMITEC-2015 заняла более 40 тыс. м² выставочной площади (четыре павильона). Свою продукцию и услуги продемонстрировали 617 экспонентов (в 2012 г. – 612 компаний) из 37 стран. Среди иностранных участников были широко представлены Италия, Франция, Испания, Китай, Греция, Великобритания, Австрия, Турция и Чешская Республика.

Однако главным козырем мюнхенской выставки является интернациональный состав посетителей, в этом году ее гостями стали более 15 тыс. инвесторов, руководителей и ведущих специалистов промышленных предприятий керамической отрасли из 93 стран, что составляет более 60% от общего числа участников. В пятерку лидеров по количеству посетителей наряду с Германией вошли такие страны, как Италия, Турция, Франция, Австрия и Испания. К пяти странам, показавшим наиболее сильный рост числа посетителей, относятся Турция, Португалия, Испания, Китай и Италия. Это действительно ведущая в мире выставка керамической отрасли. Участники и посетители CERAMITEC ценят широту ассортимента в сочетании с высокой посещаемостью.

Одним из участников раздела «Оборудование и технологии для производства строительной керамики» (Machinery, plants and equipment for heavy clay ceramics) была компания «Айрих» (Gustav Eirich GmbH & Co. KG) – многолетний партнер журнала. Вот как оценивает прошедшую выставку ее руководитель, председатель научно-консультационного совета CERAMITEC Пауль Айрих: «В 2015 г. CERAMITEC утвердила свою позицию ведущей выставки. Она охватила такие передовые темы, как Промышленность 4.0 или Техническая керамика, чем привлекла новые целевые группы посетителей. У нас были специалисты из азиатского региона: Индии, Кореи, Таиланда, Индонезии, а также из Колумбии, Аргентины, Бразилии. Мы встретились с новыми клиентами, имеющими активный интерес. Для нас CERAMITEC просто незаменима».

Высокую оценку экспонентов подтверждает и опрос, проведенный институтом TNS infratest. 93% компаний-участников похвалила качество и интернациональность посетителей, а 96% заявили, что будут участвовать и в следующей выставке CERAMITEC-2018. Отзывы посетителей также были сходными: 94% оценили CERAMITEC на «хорошо» и «отлично». При этом посетители особо отметили полноту и широту ассортимента выставки (90%), интернациональность участников (92%) и присутствие лидеров рынка (92%).

После долгого отсутствия с нетерпением ожидалось участие Ирана в CERAMITEC-2015. Впервые проводимый День Ирана удостоился высоких



отзывов со стороны посетителей и дал участникам возможность найти интересные точки соприкосновения с богатым на керамические традиции Ираном. Почти 200 посетителей из Ирана в свою очередь воспользовались шансом получить на выставке актуальную информацию об инновациях в керамической отрасли.

Традиционно насыщенной была программа мероприятий в рамках выставки. В общей сложности в них приняли участие около 4 тыс. специалистов, было представлено порядка 65 докладов. Особенно отметим «День строительной керамики», организованный нашими коллегами, редакцией журнала «Цигель индустри» (ZI Brick and Tail Industry International). Главной темой, конечно, стало энерго- и ресурсосбережение в промышленности. Были сделаны доклады: «Биомасса как твердое топливо для промышленного производства современной строительной керамики»; «Возможности использования синтезированного газа в качестве источника энергии, чтобы защитить природные ресурсы». Специалисты компании «Келлер» (KELLER) представили доклады о новых концептуальных разработках для кирпичных заводов: «Современное машиностроение – промышленность 4.0: как автоматика и ИТ объединились в промышленности строительной керамики»; «Новые Enviro печи концепты Countertravel печей XXI в.».

По сложившейся традиции в рамках МИАП КЕРАМТЭКС российские руководители и технические специалисты посещают машиностроительные предприятия по приглашению наших зарубежных партнеров в период проведения выставки CERAMITEC. В этом году группа КЕРАМТЭКС посетила штаб-квартиры и машиностроительные предприятия компании HÄNDLE, специализирующейся на выпуске массоперерабатывающего оборудования, и фирмы ZMB BRAUN – известного производителя формующей оснастки.

Компания HÄNDLE хорошо известна российским специалистам-кирпичникам. Она была создана в 1870 г. как семейное предприятие и за 145 лет не меняла профиль деятельности. В 2000 г. американская компания J.C. Steele & Sons выкупила контрольный пакет акций, но два члена семьи Händle продолжают оставаться акционерами.

Компания Ziegelmundstückbau Braun GmbH с 1926 г. производит формующую оснастку для кирпичных заводов. Опытные проектировщики, современный станочный парк с ЧПУ, участок нанесения хромового покрытия, сохранение и развитие культуры высокоточной ручной сборки – слагаемые многолетнего успеха компании.

В 2014 г. произошло знаковое слияние компаний HÄNDLE и Ziegelmundstückbau Braun GmbH. Это дало возможность реализовать инвестиционную программу, обновить оборудование, оптимизировать производственный процесс, объединить лаборатории в единый исследовательский комплекс.

Наша группа побывала в проектных отделах производственных цехах, на участках отладки оборудования, в лаборатории. Очевидно, что объединенная работа производителя прессового оборудования и формующей оснастки позволит повысить эффективность и устойчивость на рынке.

Следующая мировая встреча керамиков состоится через три года 10–13 апреля 2018 г. в Мюнхене.



Организатор: **СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**
научно-технический журнал

При поддержке:

LINGI
MADE IN GERMANY

Генеральный спонсор:

LSR ЛСР
Стеновые

1–2 ИЮНЯ 2016
ЧЕЛЯБИНСК, РОССИЯ
ГРАНД ОТЕЛЬ «ВИДГОФ»

ON JUNE 1–2, 2016
CHELYABINSK, RUSSIA
GRAND HOTEL «VIDGOF»

XIV

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

KERAMTEX



Партнеры МИАП KERAMTEX / KERAMTEX' partners



Ceramitec

01.06.2016

Посещение кирпичного завода КЕММА и глиняного карьера Челябинского Рудоуправления
VISIT KEMMA BRICK-PLANT AND CLAY PIT OF CHRU (UVELKI)



02.06.2016

Пленарное заседание/Plenary session
Гала-ужин с вручением профессиональных наград в ресторане «Купол»
CERAMIC AWARDS DINNER AT RESTAURANT «KUPOL»

Руководитель проекта – Юмашева Елена Ивановна
Менеджер проекта – Лескова Елена Львовна

Россия, 127434, Москва, Дмитровское шоссе, д. 9, стр. 3
Тел./факс: +7 (499) 976-22-08, 976-20-36, моб. +7 (910) 437-03-98

www.rifsm.ru

mail@rifsm.ru

www.keramtex.ru



MAK-SAN
MAKINA SANAYI ve TICARET ANONIM SIRKETI

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧА ЕВРОПЕЙСКОГО КАЧЕСТВА



ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ
В РОССИИ И СНГ
Группа компаний
«РОССТРОМ»



454138, Челябинск,
ул. Комсомольский проспект, д. 39,
корпус Б, офис 141
Тел: (351) 280-37-43,
тел/факс: (351) 280-37-44;
e-mail: rosstrom@rambler.ru

ГК РОССТРОМ, как эксклюзивный представитель компании «МАК-SAN» (Турция), предлагает к поставке оборудование и запасные части для производства керамического кирпича.

- Оборудование массоподготовки (питатели, глинорыхлители, дезинтеграторы, камневыделительные вальцы, вальцы тонкого помола с гидropriжимом валков, бегуны, смесители, глинорастиратели) производительностью от 30 до 70 т/ч.
- Оборудование для формования – вакуумные экструдеры с диаметром цилиндра от 450 мм до 650 мм, допустимым давлением от 2,5 до 4 МПа и производительностью от 30 до 90 т/ч.
- Линии резки и укладки кирпича-сырца с вертикальным резом и фаскообразованием с 3-х сторон для туннельных и камерных сушил производительностью до 10 тыс. кирпича НФ в час.
- Автоматы садки кирпича для туннельных и кольцевых печей.
- Автоматы разгрузки и пакетирования кирпича.
- Нестандартизированное оборудование (передаточные тележки для печей и сушил, сушильные и обжиговые вагонетки, автоматические захваты и др.).
- Запасные и быстроизнашивающиеся части к оборудованию для производства кирпича (СМК и импортного) – шнека, рубашки, лопатки, шестерни, вал-шестерни, шкивы.

Автоматизация туннельных, камерных сушил, туннельных и кольцевых печей на базе программируемых контроллеров.

Реклама

made in Italy



LEADER NELLA REALIZZAZIONE DI IMPIANTI COMPLETI PER LA PRODUZIONE DI LATERIZI. LA MARCHELUZZO IMPIANTI GARANTISCE SEMPRE NUOVE SOLUZIONI AFFIDABILI NEL TEMPO.

Лидер по проектированию и выпуску автоматизированных линий "под ключ" для производства керамического кирпича. "Marcheluzzo Impianti" гарантирует передовые технологические решения, надежность которых проверена временем.



MARCHELUZZO
IMPIANTI

MARCHELUZZO IMPIANTI s.r.l.
via Brenta, 7 - 36033 - Castelnuovo di Isola Vicentina (VI) ITALY
Tel. +39 0444 975385 - Fax +39 0444 977693

www.marcheluzzo.com - info@marcheluzzo.com

Реклама

О.А. ФОМИНА, канд. техн. наук (soa2@mail.ru), А.Ю. СТОЛБОУШКИН, д-р техн. наук (stanyr@list.ru)
Сибирский государственный индустриальный университет (654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

Формирование рациональной поровой структуры стеновой керамики из шламистых железорудных отходов*

Представлены результаты исследования поровой структуры керамических матричных композитов на основе шламистой части отходов обогащения железных руд методами ртутной порометрии, оптической и сканирующей электронной микроскопии. Установлено, что высокие значения предела прочности при изгибе и морозостойкости изделий связаны с особенностями формирования матричной структуры керамического кирпича при использовании отходов в качестве агрегированного заполнителя и активированного суглинка в качестве связки, а также введения в состав шихты добавки-плавня. Выявлено, что в гранулах образуются в основном замкнутые поры округлой формы, а граничный слой, сформированный из затвердевшего расплава, имеет свою развитую поровую структуру и создает на макроуровне петлячатую текстуру керамического материала за счет оконтуривания гранул концентрической цепочкой макропор, имеющих удлиненную форму. Установлено, что макропоры частично или полностью заполнены стеклокристаллическим веществом, образующимся в результате выхода пиропластичной фазы матрицы во внутреннее пространство пор, что обеспечивает значительный рост морозостойкости стеновой керамики.

Ключевые слова: отходы обогащения железных руд, шламистая часть, поровая структура, керамический матричный композит, стеновая керамика, утилизация отходов.

O.A. FOMINA, Candidate of Sciences (Engineering) (soa2@mail.ru), A.Yu. STOLBOUSHKIN, Doctor of Sciences (Engineering) (stanyr@list.ru)
Siberian State Industrial University (42, Kirov Street, Novokuznetsk, 654007, Russian Federation)

Formation of Rational Porous Structure of Wall Ceramics from Slimy Iron-Ore Tailings*

Results of the study of the porous structure of ceramic matrix composites on the basis of the slime part of tailings of iron ores beneficiation by methods of mercury porometry, optical and scanning electronic microscopy are presented. It is established that high values of flexural strength and frost resistance of a product are connected with peculiarities of formation of the matrix structure of ceramic brick when using waste as an aggregated filler and activated loam as a tie as well as introducing the additive-flux into the composition of charge. It is revealed that closed pores of a rounded shape are formed in granules, a boundary layer, formed of solidified melt, has its own developed porous structure and creates, at the macro-level, loopy texture of the ceramic material due to outlining of granules by concentric chain of macro-pores having the elongated form. It is established that macro-pores are filled, partially or fully, with a glass-crystal substance which is formed as a result of outlet of a pyroplastic phase into the inner space of pores that provides the significant increase in the frost resistance of wall ceramics.

Keywords: iron-ore beneficiation, slime part, porous structure, ceramic matrix composite, wall ceramic, waste utilization.

Расширение сырьевой базы производства стеновых керамических материалов за счет использования крупнотоннажных минеральных промышленных отходов и низкоортного природного силикатного сырья сегодня является одним из направлений, определяющих вектор развития этой подотрасли строительных материалов. Максимальное использование такого сырья в составе шихты возможно только при реализации новой идеологии формирования матричной структуры керамических изделий, обеспечивающей высокие прочностные и эксплуатационные характеристики стеновой керамики [1].

В этом процессе обеспечение рациональной поровой структуры играет важнейшую роль и оказывает влияние на прочность, теплопроводность и морозостойкость изделий, при этом повышение пористости материала, с одной стороны, улучшает теплотехнические характеристики наружных стен, с другой — снижает их прочность и морозостойкость [2, 3]. Для разумной балансировки физико-механических свойств керамики в условиях этой взаимоисключающей зависимости необходимо по возможности стремиться к получению «правильных» пор, имеющих замкнутую форму и не попадающих по размерам в так называемый морозоопасный интервал 0,02–0,2 мкм [4, 5].

Целью настоящей работы являлось изучение особенностей поровой структуры керамических матричных композитов на основе шламистой части отходов обогащения железных руд.

При проведении исследований использовались пробы шламистых железорудных отходов (ОЖР) Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики (АОАФ) и Мундыбашской обогатительной фабрики (МОФ), расположенных на юге Кемеровской области. Для формирования матричной структуры керамических изделий добавлялось местное умеренно пластичное глинистое сырье (новокузнецкий суглинок). Железорудные шламы представляют собой малопластичный тонкодисперсный материал (средний размер частиц 15–50 мкм) преимущественно алюмосиликатного состава. Характеристика химического, гранулометрического, минералогического составов и оценка керамико-технологических свойств сырьевых материалов приведены в [6].

Исследовались лабораторные образцы-цилиндры диаметром 50 мм и керамический кирпич из шламистых железорудных отходов, выпущенный в условиях Бердского кирпичного завода (Новосибирская обл.), которые показали высокие значения предела прочности при изгибе и морозостойкости, нехарактерные для из-

* Исследования проведены при финансовой поддержке Федерального фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках программы «У.М.Н.И.К.-2015» (договор № 0015495).

* Research has been conducted under the financial support of the Federal Fund for Promotion of the Development of Small Forms of Enterprises in the Scientific and Technical Sphere in the frames of the program «U.M.N.I.K.-2015» (agreement № 0015495).

Таблица 1

Наименование	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа		Теплопроводность, Вт/(м·°С)	Водопоглощение, %	Морозостойкость, цикл
		При сжатии	При изгибе			
Керамический образец-цилиндр на основе шламов АОАФ	1956	43,2	не определ.	0,59	9,7	более 75
Керамический образец-цилиндр на основе шламов МОФ	1874	29,4	не определ.	0,57	10,8	75
Керамический кирпич на основе шламов АОАФ	1742	24,9	3,1	0,52	12,6	50
Керамический кирпич на основе шламов МОФ	1787	19,2	2,35	0,55	13,2	50

Таблица 2

Наименование	Удельная поверхность, м ² /г	Объем пор, см ³ /г	Процентное содержание в материале пор с размерами, мкм				
			0,003–0,04	0,04–0,4	0,4–4,4	4,4–40	40–300
Керамический кирпич на основе шламов АОАФ	0,98	0,173	0,46	18,49	77,12	1,73	2,2
Керамический кирпич на основе шламов МОФ	0,77	0,175	0,19	15,38	79,54	3,07	1,8

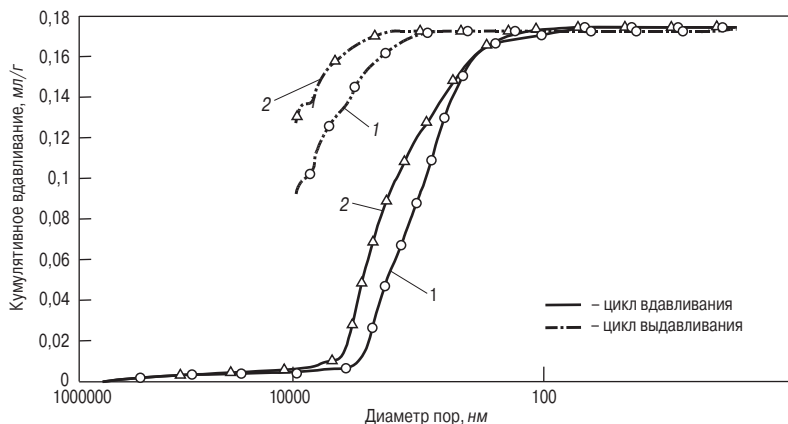


Рис. 1. Результаты ртутной порометрии образцов керамического кирпича на основе шламистых железорудных отходов Абагурской (1) и Мундыбашской (2) обогатительных фабрик

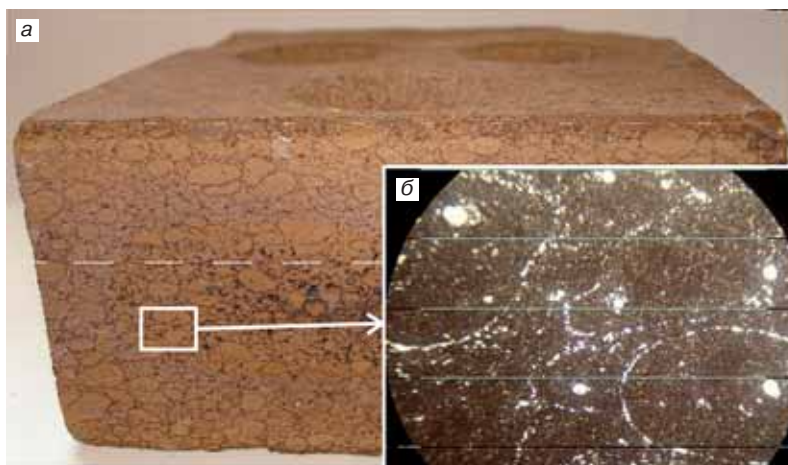


Рис. 2. Матричная структура керамического кирпича на основе шламистых отходов обогащения железных руд (а) и распределение макропор по контуру гранул (б): шлиф; проходящий свет; ×25; николи II

делий полусухого прессования (табл. 1). Полученные показатели связаны с особенностями формирования матричной структуры керамического черепка при использовании ОЖР в качестве агрегированного заполнителя и активированного суглинка в качестве связки, а также введения в состав шихты добавки-плавня в количестве до 10%, способствующей образованию при обжиге участков из равномерно распределенной по сечению гранул пиропластичной связки [7].

Оценка общего объема пор (V_{α}) с размерами 3–300000 нм [8] проводилась по экспериментальным данным ртутной порометрии полученных керамических изделий и расчетным методом по [9]. Как и в работе [10], для группировки пор в зависимости от их диаметра использовалась классификация, рекомендованная Международным союзом по теоретической и прикладной химии IUPAC, согласно которой пористые тела классифицируют по преимущественному размеру пор на микропористые (поры до 2 нм), мезопористые (от 2 до 50 нм) и макропористые (св. 50 нм) [11].

Водопоглощение керамических изделий на основе ОЖР составило 9,7–13,2%, средняя (кажущаяся) плотность – 1,74–1,96 г/см³, истинная плотность – 2,55–2,69 г/см³. Рассчитанный общий объем пор для образцов-цилиндров $V_{\alpha} = 0,14–0,162$ см³/г, для кирпича $V_{\alpha} = 0,167–0,182$ см³/г, тогда как по данным ртутной порометрии его значения находятся в интервале 0,173–0,175 см³/г.

Расхождение расчетных значений общего объема пор с данными ртутной порометрии можно объяснить наличием ультрамакропор (более 200 мкм), самопроизвольно заполняющихся при установке минимального давления ртути, что также отме-

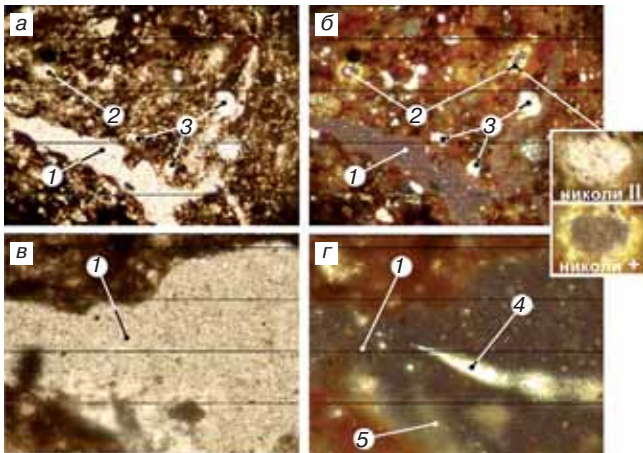


Рис. 3. Строение цепочечных макропор в матрице стеновой керамики на основе шламистых отходов обогащения железных руд: шлиф; проходящий свет; $\times 80$, николи II (а); $\times 80$, николи + (б); $\times 240$, николи II (в); $\times 240$, николи + (г): 1 – поры; 2, 3 – кристаллические новообразования; 4, 5 – стеклокристаллические выплавки

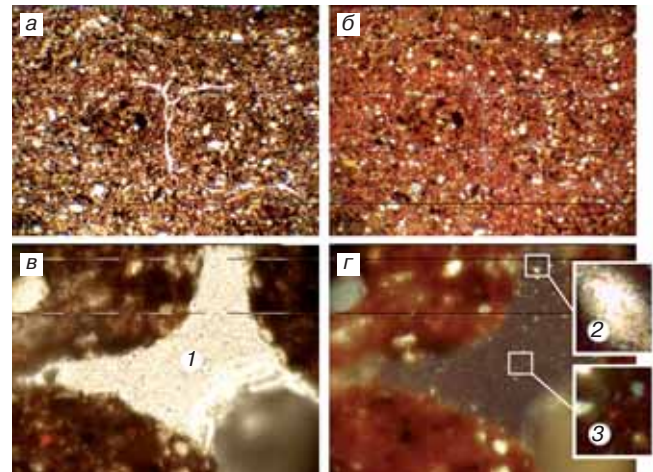


Рис. 4. Поровая структура керамического кирпича на основе шламистых железорудных отходов Абагурской обогатительной фабрики: шлиф; проходящий свет; $\times 25$, николи II (а); николи + (б); $\times 250$, николи II (в); николи + (г): 1 – поры; 2 – кристаллические новообразования; 3 – стеклокристаллическое вещество

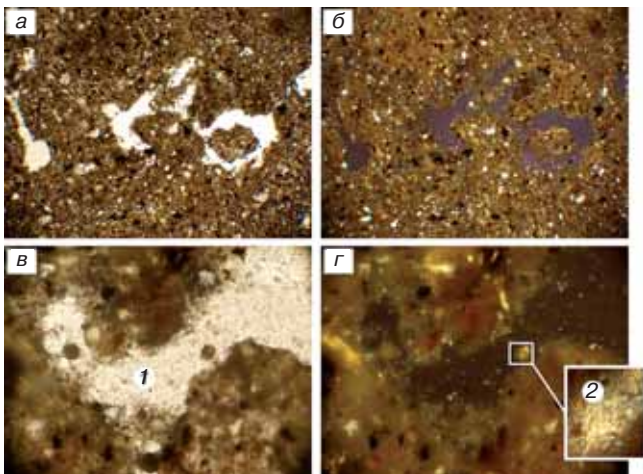


Рис. 5. Поровая структура керамического кирпича на основе шламистых железорудных отходов Мундыбашской обогатительной фабрики: шлиф; проходящий свет; $\times 25$, николи II (а); николи + (б); $\times 200$, николи II (в); николи + (г): 1 – поры; 2 – стеклокристаллическое вещество

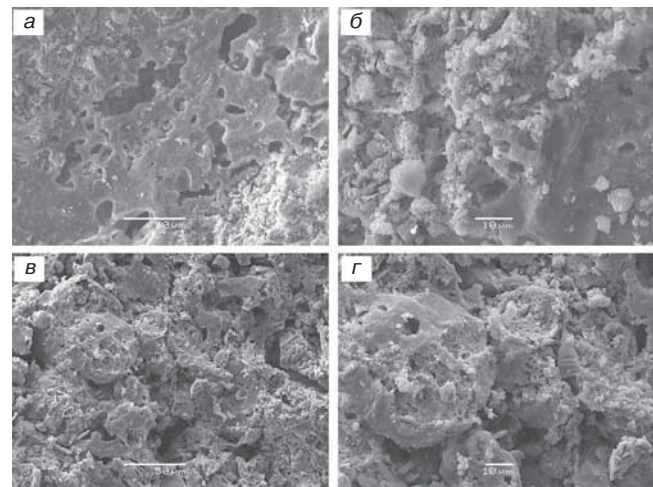


Рис. 6. СЭМ микрофотографии поровой структуры керамического кирпича на основе шламистых железорудных отходов Абагурской (а, б) и Мундыбашской (в, г) обогатительных фабрик

чалось при изучении свойств пористой керамики в работе [12]. Таким образом, высокие значения морозостойкости керамических изделий из ОЖР, имеющих матричную структуру, могут быть объяснены наличием резервных пор в черепке, не определенных ртутной порометрией, но обнаруженных с помощью прямых методов исследований. Такие несовпадения также были установлены при изучении поровой структуры стеновой керамики из углеотходов методами оптической и сканирующей электронной микроскопии [10].

На рис. 1 приведены итоговые данные проникновения ртути в образцы керамического кирпича на основе шламистой части отходов обогащения железных руд. Кривые кумулятивного вдавливания имеют схожий характер для керамического кирпича из железорудных отходов обеих фабрик и сопоставимы с данными исследований лабораторных образцов.

В табл. 2 представлены значения по удельной поверхности, объему и распределению пор по размерам в керамическом кирпиче на основе шламистых железорудных отходов, рассчитанные по данным ртутной порометрии.

Количественное распределение пор по размерам (табл. 2) характерно для материалов с разнородно-пористой структурой. Большая часть пор имеет размеры от

0,4 до 4,4 мкм (77–79%), оставшаяся часть представлена мезопорами и макропорами 0,04–0,4 мкм (15–18%). Но для стеновой керамики важен не только размер пор, но и их форма, сопряжение с другими порами и материалом керамического черепка. Поэтому были проведены петрографические и электронно-микроскопические исследования особенностей текстуры полученных изделий, предусматривающие пространственное строение на уровне пор, частиц и их ассоциатов [13].

При изучении матричной структуры, отчетливо наблюдаемой на изломе кирпича из ОЖР (рис. 2, а), по шлифам в проходящем плоскополяризованном свете можно отметить оконтуривание гранул концентрической цепочкой макропор, которые имеют удлиненную форму, ориентированную по контуру пространственно организованного ячеисто-заполненного каркаса, являющегося несущей и объединяющей основой керамического материала (рис. 2, б).

При большем увеличении наблюдается равномерно-зернистая структура основной массы, слагающей гранулы, при этом по телу гранул формируются преимущественно замкнутые поры округлой формы. По поверхности контакта гранул, выделяющейся на общем фоне и имеющей вид гематитизированных пористых каемок, в скрещенных николях отмечена концентрация резерв-

ных макропор (рис. 3), которые образуют петельчатую текстуру керамических матричных композитов. Характерно, что граничный слой более аморфизован, в шлифах представлен тонкодисперсным, практически крипнокристаллическим веществом и не имеет четкой поверхности раздела, внедряясь в приграничную зону гранул (рис. 3, а, б).

На границе гранул можно отметить кристаллизацию из расплава минеральных аллотриоморфных новообразований преимущественно изометрической формы (рис. 3, б). С введенным анализатором проявляется полая структура отдельных аллотриоморфных зерен сферической или эллипсоидной формы, что свидетельствует о протекании высокотемпературных процессов с выделением газовой фазы и о вспучивании капель кристаллического вещества в пиропластическом состоянии. Наряду с газообразованием при обжиге развитая поровая текстура граничного слоя обусловлена частичной запрессовкой воздуха, а также выдавливанием воды в опудривающий слой при прессовании гранулята, что отмечалось авторами ранее при исследовании стеновой керамики из углеотходов [10].

Поровая структура керамического кирпича на основе шламистой части отходов обогащения железных руд Абагурской и Мундыбашской обогатительных фабрик, выпущенного в условиях ООО «Бердский кирпичный завод» (Бердск, Новосибирская обл.), показана на рис. 4, 5.

Более детальное изучение макропор в граничном слое показывает полное или частичное их заполнение стеклофазой с последующим формированием стеклокристаллических структур при охлаждении (рис. 3, з; 4, з; 5, з), что обеспечивает значительный рост морозостойкости и прочности керамических изделий с матричной структурой, подтверждающийся при проведении экспериментальных исследований и опытно-заводских испытаний [6].

Исследование керамического кирпича на основе гранулированных шламистых отходов обогащения железных руд при помощи сканирующего электронного микроскопа также выявило в структуре материала характерные границы раздела фаз по поверхности контакта гранул (рис. 6). Выделяется граничный слой толщиной 50–100 мкм между гранулами, сформированный из затвердевшего расплава и имеющий развитую поровую структуру (рис. 6, а), что согласуется с результатами петрографических исследований (рис. 3–5). Вместе с тем на микроуровне поверхности раздела между гранулами не имеет четко обозначенных границ и плавно переходит в гранулы, образуя переходный слой (рис. 6, б).

При большем увеличении можно отметить характерные различия и особенности структуры граничного слоя и тела гранул. Граничный слой имеет микропорфировую структуру с мелкими порфирами вкраплениями зерен минералов (рис. 6, б). Напротив, структура излома гранул агломератовая с зернами минералов в виде кристаллических обломков с острыми или оплавленными углами. Промежутки и пустоты между зернами частично или полностью заполнены минеральным веществом в виде щетки мелких кристаллов, расположенных на стенках пустот, формируя друзовую микротекстуру в гранулах (рис. 6, з).

В дополнение к петрографическим исследованиям наблюдается обилие небольших пор, в основном округлой формы, возникших в процессе физико-химических превращений при обжиге, например при выделении пузырьков CO_2 при разложении тонкодисперсных карбонатов. По телу гранул равномерно распределены поры с размерами в среднем от 0,8 до 6,3 мкм (рис. 6, в, з), что согласуется с результатами ртутной порометрии.

В результате исследования поровой структуры керамических матричных композитов на основе шламистых железорудных отходов установлено следующее:

- процессы структурообразования стеновых керамических материалов матричной структуры из неспекающегося малопластичного техногенного сырья существенно отличаются от аналогичных процессов в изделиях из глин;
- по телу гранул формируются преимущественно замкнутые поры округлой формы. Макропоры частично или полностью заполнены аморфизованным стеклокристаллическим веществом, образующимся во внутреннем пространстве пор в результате выдавливания пиропластичной фазы, интенсивно формирующейся в граничном слое при обжиге;
- морфология черепка и увеличение количества безопасных и резервных пор обеспечили высокие показатели морозостойкости керамического кирпича (более 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания).

Список литературы

1. Столбоушкин А.Ю. Теоретические основы формирования керамических матричных композитов на основе техногенного и природного сырья // *Строительные материалы*. 2011. № 2. С. 10–13.
2. Котляр В.Д., Устинов А.В., Ковалев В.Ю. и др. Керамические камни компрессионного формования на основе опок и отходов углеобогащения // *Строительные материалы*. 2013. № 4. С. 44–48.
3. Гурьева В.А., Прокофьева В.В. Структурно-фазовые особенности строительной керамики на основе техногенного магнезиального сырья и низкосортных глин // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 55–57.
4. Книгина Г.И., Тацки Л.Н., Кучерова Э.А. Современные физико-химические методы исследования строительных материалов. Термический анализ. Методы изучения пористой структуры. Новосибирск: изд. НИСИ, 1981. 81 с.
5. Павлов В.Ф. Физико-химические процессы при скоростном обжиге и их регулирование // *Керамическая промышленность: Сб. научн. тр. ВНИИЭСМ*. М., 1982. Вып. 2. С. 30–45.
6. 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.
7. Патент РФ 2500647. Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики и способ ее получения / Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И., Иванов А.И., Бердов Г.И., Столбоушкина О.А. Заявл. 20.04.2012. Опубл. 10.12.2013. Бюл. № 34.
8. Плаченев Т.Г., Колосенцев С.Д. Порометрия. Л.: Химия, 1988. 175 с.
9. Wilson S.J., Stacey M.H. The porosity of aluminum oxide phases derived from well-crystallized boehmite: correlated electron microscope, adsorption, and porosimetry studies // *J. Colloid Interface Sci.* 1981. Vol. 82. No. 2, pp. 507–517.
10. Столбоушкин А.Ю., Иванов А.А., Дружинин С.В. и др. Особенности поровой структуры стеновых керамических материалов на основе углеотходов // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 46–51.
11. Everett D.H. Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units: Appendix II: Definitions, terminology and symbols in colloid and surface chemistry – part 1: Colloid and surface chemistry // *Pure Appl. Chem.* 1972. No. 31. pp. 577–638.
12. Тихов С.Ф., Фенелонов В.Б., Садыков В.А. Пористая $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}$ керамика, получаемая окислением порошкообразного алюминия в гидротермальных условиях с последующей термической дегидратацией. Состав

и характеристика композитов // *Кинетика и катализ*. 2000. Т. 41. № 6. С. 907–915.

13. Карнаухов А.П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов. Новосибирск: Наука, 1999. 470 с.

References

1. Stolboushkin A.Yu. Theoretical foundations of forming of ceramic matrix composites based on technogenic and natural raw materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 2. pp. 10–13. (In Russian).
2. Kotlyar V.D., Ustinov A.V., Kovalev V.Y. Ceramic stones of compression moulding on the basis of gaizes and coal preparation waste. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 4. pp. 44–48. (In Russian).
3. Gurieva V.A., Prokofieva V.V. Structural and phase features of building ceramics based on technogenic magnesia raw materials and low-grade clay. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 4. pp. 55–57. (In Russian).
4. Knigina G.I., Tatski L.N., Kucherova E.A. Sovremennyye fiziko-himicheskie metody issledovaniya stroitelnykh materialov. Termicheskiy analiz. Metody izucheniya poristoy struktury. [Modern physical and chemical methods of investigation of building materials. Thermal analysis. Methods of study of the porous structure]. Novosibirsk. INEI. 1981. 81 p.
5. Pavlov V.F. Physical and chemical processes during the fast firing and their regulation. *Keramicheskaya promyshlennost. Sat. Scien. tr.* Institute-ESM. Moscow: 1982. Vol. 2, pp. 30–45. (In Russian).
6. Stolboushkin A.Y., Ivanov A.I., Storozhenko G.I., Urazov S.I. Obtaining frost-resistant ceramic bricks of moist pressing from industrial waste. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 12, pp. 4–7. (In Russian).
7. Patent RF 2500647. *Syirevaya smes dlya izgotovleniya stenovoy keramiki i sposob ee polucheniya* [The raw material mixture for the ceramic wall production and method for its preparing]. Stolboushkin A.Y., Storozhenko G.I., Ivanov A.I., Berdov G.I., Stolboushkina O.A. Declared 20.04.2012. Published 10.12.2013. Bulletin No. 34. (In Russian).
8. Plachenov T.G., Kolosentsev S.D. Porometriya [Porosimetry]. Leningrad: Himiya. 1988. 175 p.
9. Wilson S.J., Stacey M.H. The porosity of aluminum oxide phases derived from well-crystallized boehmite: correlated electron microscope, adsorption, and porosimetry studies. *J. Colloid Interface Sci.* 1981. Vol. 82. No. 2, pp. 507–517. (In Russian).
10. Stolboushkin A.Y., Ivanov A.A., Druzhinin S.V. Peculiarities of the pore structure of wall ceramic materials based on coal wastes. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 4, pp. 46–51. (In Russian).
11. Everett D.H. Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units: Appendix II: Definitions, terminology and symbols in colloid and surface chemistry – part 1: Colloid and surface chemistry. *Pure Appl. Chem.* 1972. No. 31, pp. 577–638.
12. Tihov S.F., Fenelonov V.B., Sadyikov V.A. Porous Fe₂O₃/Al ceramics obtained by oxidation aluminum powder under hydrothermal conditions, followed by thermal dehydration. The composition and characteristics of composites. *Kinetics and Catalysis*. 2000. Vol. 41. No. 6, pp. 10–13. (In Russian).
13. Karnauhov A.P. Adsorbtsiya. Tekstura dispersnykh i poristykh materialov [Adsorption. The texture of dispersed and porous materials]. Novosibirsk: Nauka. 1999. 470 p.

YugBuild

Международная выставка
строительных и отделочных
материалов, инженерного
оборудования, строительной техники
и архитектурных проектов

Россия, Краснодар, ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»

1–4 марта 2016

www.yugbuild.com

Генеральный спонсор: **СЛАВЯНСКИЙ КИРПИЧ**

Спонсор выставки: **САНТЕХГАЗ**

Спонсор деловой программы: **ЭКО-А-А**

Общероссийский информационный партнер: **ИЖС**

Региональный информационный партнер: **ОБУСТРОЙСТВО**

Организатор выставки: **ИТЕ**

Одновременно с выставкой: **securika Krasnodar**

ОАО «Стройполимеркерамика»: внедряет новые технологии итальянской компании «Маркелуццо Импьянти» (Marcheluzzo Impianti) для повышения качества продукции

MARCHELUZZO IMPIANTI



Электрошкаф



Система контроля и управления



Вид внутри сушилки

ОАО «Стройполимеркерамика» – одно из крупнейших производителей кирпича в Центральной России, расположено в г. Воротынский Калужской области. Компания имеет два производства, которые выпускают продукцию под торговой маркой «Воротынский кирпич».

ОАО «Стройполимеркерамика» имеет высокую степень автоматизации производства по последнему слову техники и уделяет постоянное внимание непрерывному улучшению качества продукции и предоставляемым услугам, что позволяет получать кирпич высокого качества без применения химических добавок и красителей. Продукция предприятия сертифицирована в соответствии с ГОСТ 530–2012.

Значение мощной и однородной внутренней вентиляции во время цикла сушки известно всем изготовителям кирпича. Продолжительность сушки, качество продукции и доля брака в значительной степени зависят от условий вентиляции внутри сушилки.

Руководство ОАО «Стройполимеркерамика» выбрало технологию «Маркелуццо Импьянти» для модернизации системы вентиляции сушилки с использованием ноу-хау и технологической компетенции компании после детального изучения технических и экономических преимуществ данной технологии и посмотрев в действии функционирование оборудования на одном из крупнейших кирпичных заводов Урала – ОАО «Ревдинский кирпичный завод», где представители ОАО «Стройполимеркерамика» смогли констатировать высокую эффективность увиденного оборудования. Было принято решение заменить существующие, устаревшие и слишком энергоёмкие в эксплуатации и техническом обслуживании вентиляторы на новые.

Новое поколение вентиляторов МТ45 производства «Маркелуццо Импьянти» позволяет с постоянной скоростью осуществлять оптимальное распределение воздуха на весь высушиваемый материал с максимальной экономией энергоносителей. К тому же специальная геометрия этих вентиляторов делает возможным их установку в непосредственной близости к своду сушилки, что позволяет в полной мере использовать ее внутреннюю рабочую высоту с высокой эффективностью и равномерным потоком теплоносителя. Большое значение фирма «Маркелуццо Импьянти» придает качеству и долговечности двигателей. Благодаря специальным

двигателям класса изоляции «Н» для температуры выше 100°C вентиляторы могут эксплуатироваться в тяжелых условиях высокой температуры (120°C) и относительной влажности до 98%. Объем операций по обслуживанию системы внутренней вентиляции сокращен по сравнению с традиционными конусами по меньшей мере на 80%. Потребление энергии также является стратегическим аспектом этого нового поколения конусов. Вентиляторы МТ45 с потребляемой мощностью всего 1,6 кВт могут обеспечить очень быстрый возврат инвестиций.

На рисунке можно сравнить вертикальный профиль воздушного потока от традиционного вентилятора (синий цвет) и вентилятора нового поколения МТ45 (красный цвет). Очевидно, что у нового вентилятора более эффективный и стабильный воздушный поток.

Сравнительные технические параметры предыдущей, построенной более 20 лет назад, и новой воздухораспределительной системы туннельной сушилки:

Исходная ситуация перед модернизацией:

- 78 внутренних вентиляторов, перемещающихся по направляющим;
- большие проблемы с обеспечением бесперебойности вертикальной и горизонтальной циркуляции воздуха;
- сложное техобслуживание двигателей и механизмов внутри сушилки;
- потребляемая мощность вентиляционной системы свыше 265 кВт;
- цикл сушки очень протяженный вследствие плохого воздухораспределения в сушилке.

МТ45 новое поколение вентиляторов:

- 90 внутренних конусных вентиляторов, перемещающихся по направляющим. Корпус конуса сделан полностью из алюминиевого антикоррозийного сплава;
- идеальное воздухораспределение на изделиях по всем направлениям;
- доступное техобслуживание – двигатели на высоте роста человека;
- потребляемая мощность вентиляционной системы 160 кВт;
- максимальная скорость на выходе, 15 м/с;
- решение проблемы, связанное с близким нахождением свода сушилки к воздухозаборнику вентиляторов;
- снижение цикла сушки;
- специальные двигатели класса «Н» и силиконовые кабели для высоких температур;
- гибкая система управления через ПК

Действующая новая система является ключевым решением в модернизации любых туннельных сушилок с низкой эффективностью воздухораспределения.

В середине ноября 2015 г. «Маркелуццо Импьянти» совместно с техническим персоналом ОАО «Стройполимеркерамика» ввели в эксплуатацию новую систему внутренней вентиляции сушилки с коническими воздухораспределителями МТ45. В результате модернизации предприятие получило многочисленные преимущества как с точки зрения однородности сушки продукта, так и с точки зрения экономии электроэнергии. Успешному проведению работ по модернизации способствовало присутствие официального представительства компании «Маркелуццо Импьянти» в России – ООО «Esteso Trade», расположенного в Туле, которое совместно с итальянскими партнерами руководит всеми стадиями процесса, от с первого контакта, разработки коммерческого предложения, исследования и поставки до пусконаладочных работ и приемочных испытаний. По любому вопросу, даже на стадии постпродажного обслуживания, клиенты могут рассчитывать на поддержку ООО «Esteso Trade».

Новая система была изготовлена с большим профессионализмом в установленные сроки и запущена в действие с высокими результатами в плане показателей эффективности и функционирования.

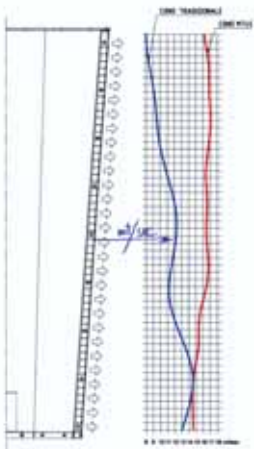
Компания «Маркелуццо Импьянти» очередной раз продемонстрировала, какое большое внимание она уделяет исследованию и разработке новых продуктов, отвечающих актуальным запросам рынка, где энергосбережение, надежность и производительность являются первостепенной задачей.

Официальный представитель
«Маркелуццо Импьянти» в России
ООО «Эстезо Трейд»
www.esteso.ru info@esteso.net
+ 7 495 9841928; + 7 4872 252291

ESTESO TRADE
Consulting Trading International



Наше качество -
Вашему дому!



Юбилейная XXV международная выставка «УралСтройИндустрия» в Уфе

22–25 сентября 2015 г. в Уфе (Республика Башкортостан) состоялась юбилейная XXV международная выставка «УралСтройИндустрия» и XII специализированная выставка «Недвижимость».

Организатором мероприятия является ООО «Башкирская выставочная компания». Поддержку в проведении оказали Государственный комитет РБ по строительству и архитектуре, Министерство жилищно-коммунального хозяйства РБ, Администрация ГО г. Уфа, Торгово-промышленная палата РБ. Выставки проходят при содействии Союза строителей РБ, НТО строителей РБ. В церемонии официального открытия выставки приняли участие: заместитель премьер-министра правительства РБ В.А. Нагорный, председатель Государственного комитета РБ по строительству и архитектуре Х.М. Махмутов, министр жилищно-коммунального хозяйства РБ С.И. Афонин, председатель комитета Государственного собрания Курултая РБ по жилищной политике и инфраструктурному развитию Е.А. Родина, президент Союза строителей РБ Р.Ф. Мамлеев и др.

В выставках приняли участие около 160 компаний из 16 субъектов Российской Федерации, дилеры иностранных компаний. Несмотря на сложную экономическую ситуацию, общая картина выставки «УралСтройИндустрия» отражала широкий спектр направлений строительства. Ее тематические разделы традиционно объединяли основные отраслевые направления, от проектирования объектов и снабжения строительными и отделочными материалами, оборудованием и инструментом до возведения и обслуживания зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения. В рамках форума были представлены известные компании строительной отрасли: Завод слоистых пластиков (Санкт-Петербург), Самарский комбинат керамических материалов, «ЭКО» (Ярославль), Оренбургский завод металлоконструкций, «Единая Торговая Система – Урал» (Екатеринбург), Башкирский лифтостроительный завод (Уфа), Завод КПД (г. Миасс Челябинской обл.), BASWOOL (г. Благовещенск, Республика Башкортостан), «Полимер» (Уфа), «Винербергер Куркачи» (Республика Татарстан) и др.

На выставке «Недвижимость» были представлены застройщики и проектировщики, кредитные и юридические организации, агентства недвижимости из различных регионов РБ. Впервые состоялся региональный форум «Жилье для российской семьи» Уфа-2015, в нем приняли участие 12 руководителей отраслевых министерств Российской Федерации и свыше 40 глав районов и городов Башкирии, руководители крупных

компаний. Участниками программы из 31 муниципального района РБ была организована планшета экспозиция с проектами застроек.

В рамках выставки «УралСтройИндустрия» состоялся V межрегиональный профессиональный форум «Энергоэффективные фасадные системы и материалы. Светопрозрачные конструкции». Цель данного мероприятия состояла в поддержке и развитии рациональных идей, повышающих безопасность, долговечность, качество и энергетическую эффективность производимых и поставляемых систем фасадной теплоизоляции и отделки зданий, основанных на принципе ответственности перед следующими поколениями. В мероприятии приняли участие ведущие российские ученые и специалисты в области фасадного строительства.

Деловая программа выставки включала актуальные темы отрасли: семинар «Малозэтажное комплексное строительство. Архитектурные и проектные решения. Современные строительные технологии и материалы», круглый стол «Эволюция рынка жилой недвижимости: новые форматы жилья, новые инструменты финансирования, новые стандарты качества», научно-практическую конференцию «Светопрозрачные конструкции. Инновационные технологии в архитектуре и строительстве» и др. В рамках выставок прошло 14 конференционных мероприятий, где выступили с докладами 96 экспертов, посетили деловую программу 1386 специалистов. Традицией выставок стало проведение бизнес-встреч. В 2015 г. состоялись День заказчика-застройщика и День архитектора и проектировщика.

Посетителями выставок «УралСтройИндустрия» и «Недвижимость» стали более 8 тыс. человек, из которых 58% – руководители и специалисты крупных промышленных предприятий республики, директора строительных компаний, главные специалисты, инженеры, проектировщики и 42% заинтересованных жителей РБ.

В рамках выставки «УралСтройИндустрия» научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы»[®] при поддержке архитектурно-строительного факультета Уфимского государственного нефтяного технического университета провел научно-техническую читательскую конференцию «Строительные материалы»[®] – со страниц журнала в практику производства и строительства».

В работе конференции приняли участие ученые, профессорско-преподавательский состав АСФ УГНТУ, научные сотрудники БашНИИСтрой и др., представители научного сообщества из других регионов РФ. Журнал «Строительные материалы»[®] и ученых-строительматериальщиков Башкирии связывает давнее сотрудничество. Статьи, публикуемые в журнале, отражают как результаты научных исследований, так и опыт внедрения разработок в практику строительства в республике.

В докладах участники конференции коснулись ряда актуальных вопросов. Декан АСФ УГНТУ, канд. техн. наук Д.В. Кузнецов посвятил свое выступление очень важной теме – современному состоянию и перспективам подготовки кадров высшей квалификации для строительной отрасли. Начальник отдела перспективного развития ХК «Башбетон» Р.А. Юмагулов в сообщении отразил современное состояние и перспективы расширения производства и применения стальных и железобетонных конструкций для дорожно-транспортного и энергетического строительства. Непосредственную связь между научными разработками и внедрением в практику строительства прогрессивных конструктивных решений и эффективных строительных материалов и изделий при реставрации объектов культурно-исторического наследия на примере реставрации здания госпиталя ветеранов войн в Уфе показал профессор кафедры «Строительные конструкции» УГНТУ, д-р техн. наук И.В. Недосеко.

С докладом «Влияние температуры обжига на спекание керамического черепка из отходов обогащения углистых аргиллитов» выступил инженер ИТ СО РАН А.И. Иванов (Новокузнецк). Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, уникальный идентификатор проекта RFMEF160714X0106

Доклад доцента кафедры «Строительные конструкции» УГНТУ, канд. техн. наук А.М. Гайсина касался проблем повышения энергетической эффективности зданий жилищно-гражданского назначения в процессе их строительства, реконструкции и капитального ремонта.

Столь солидный возраст строительной выставки в Уфе свидетельствует о высоком профессионализме ее организаторов. Редакция журнала «Строительные материалы»[®] желает коллективу ООО «Башкирская выставочная компания», возглавляемому генеральным директором А.В. Кильдигуловой, творческих успехов и дальнейшего развития проекту «УралСтройИндустрия». Удачи и процветания, друзья!



На стенде журнала «Строительные материалы»[®] всегда гости. М. Стенин, коммерческий директор ООО «Пуччини индустрия» (слева) и М. Хочай, директор компании Али-Трейддинг (Италия) (справа)



Ученые АСФ УГНТУ связывает с журналом «Строительные материалы»[®] многолетнее сотрудничество. Одному из наиболее активных авторов – д-ру техн. наук, профессору И.В. Недосеко вручен памятный знак в честь 60-летия журнала «Строительные материалы»[®]



Декан АСФ УГНТУ, канд. техн. наук Д.В. Кузнецов



Начальник отдела перспективного развития ХК «Башбетон» Р.А. Юмагулов



Инженер ИТ СО РАН А.И. Иванов (Новокузнецк)



Канд. техн. наук А.М. Гайсин

Two shows - One date

India's
only B2B exhibition
for ceramics industry

INDIAN ceramics 2016

11th Annual Ceramic Materials, Machinery,
Supplies & Technology Show



Organised by



Messe München
International



UNIFAIR
EXHIBITION SERVICE



March 2 - 4, 2016

Gujarat University Exhibition Centre, Ahmedabad, India



Concurrent Shows



Powered by



Ceramitec

Official Media Partner

**asian
ceramics**

www.ceramicsasia.net

www.indian-ceramics.com



ufi
Approved
Event

2016中国国际陶瓷技术装备及 建筑陶瓷卫生洁具产品展览会

2016 China International Ceramics Technology, Equipment,
Building Ceramics & Sanitaryware Exhibition

CERAMICS CHINA 2016

The World's Largest Exhibition in Ceramic Industry

120,000 Square Meters

100,000 Professional Visitors

1,000 Exhibitors

5,000 Mechanical Equipments

Organizer:

China Building Materials Federation
China Building Ceramics & Sanitaryware Association
CCPIT Building Materials Sub-Council

Sponsor:

BMET Co., Ltd.

Contact:

CCPIT Building Materials Sub-Council
15th Floor, Block C, China Building
Materials Plaza, No.11A Sanlihe Road,
Haidian District, Beijing 100037, China
Tel: 0086-10-88082338
Fax: 0086-10-88082339
E-mail: Ms.Dido Liu liuyan@ccpitbm.org
Ms.Keren Qi keren@ccpitbm.org
Website: www.ceramicschina.net
Twitter: Ceramics China 2016
FaceBook: Ceramics China Guangzhou



May 27-30, 2016

China Import and Export Fair Complex · Guangzhou

TECNARGILLA 2016

25-я Международная выставка технологий и оборудования для производства керамики и кирпича

Будущее керамики



proppcommunication.it

26-30
СЕНТЯБРЯ 2016
РИМИНИ, ИТАЛИЯ



CLAYTECH



KROMATECH



KERMAT

Организатор



RiminiFiera
business space

Партнер



ACIMAC
Association of Italian Manufacturers of
Machinery and Equipment for Ceramics



При поддержке



Ministero dello Sviluppo Economico

ITTA

ITALIAN TRADE AGENCY
05-422256

tecnargilla.it

УДК 691.421

А.И. ФОМЕНКО, д-р техн. наук (fomenko@chsu.ru),
 А.Г. КАПТЮШИНА, канд. техн. наук, В.С. ГРЫЗЛОВ, д-р техн. наук (gryvs@mail.ru)
 ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет» (162600, г. Череповец, пр. Луначарского, 5)

Расширение сырьевой базы для строительной керамики

Рассмотрены вопросы расширения сырьевой базы производства керамического кирпича с высокими физико-механическими свойствами и малым коэффициентом теплопроводности за счет использования широко распространенных многотоннажных отходов кирпичного боя, образующегося при замене старой кирпичной кладки или дроблении брака. Исследовано влияние добавки этого отхода к глинистому сырью на технологические свойства сырьевых масс, предназначенных для изготовления строительного керамического кирпича. Определены основные физико-механические и теплотехнические свойства керамического черепка, позволяющие судить о возможности использования кирпичного боя в качестве техногенного сырья для получения керамического кирпича. Расчет экономического эффекта от использования в производстве вторсырья приводит к уменьшению себестоимости 1 т продукции по сравнению с действующим производством.

Ключевые слова: керамический кирпич, отощающие добавки, глинистое сырье, отходы кирпичного боя, физико-механические свойства, коэффициент теплопроводности.

A.I. FOMENKO, Doctor of Sciences (Engineering), (fomenko@chsu.ru), A.G. KAPTYUSHINA, Candidate of Sciences (Engineering), (a.kaptyushina@mail.ru), V.S. GRYZLOV, Doctor of Sciences (Engineering), (gryvs@mail.ru)
 Cherepovets State University (5, Lunacharsky Avenue, 162600, Cherepovets, Russian Federation)

Expansion of Raw Material Resources Base for Construction Ceramics

Issues of the expansion of a raw material resources base of production of ceramic brick with high physical-mechanical properties and small coefficient of heat conductivity due to the use of widespread large-tonnage waste of crushed brick which is formed when replacing the old brick masonry or crushing of rejected products are considered. The influence of an additive of this scrap to clay raw materials on technological properties of the raw masses intended for production of construction ceramic brick is investigated. Main physical-mechanical and heat-technical properties of ceramic crock making it possible to judge the possibility of using the crushed brick as anthropogenic raw materials for obtaining the ceramic brick are defined. Calculation of the economic effect of using the secondary raw materials in production leads to reduction in the prime cost of one ton of production in comparison with the current production.

Keywords: ceramic brick, leaning additives, clay raw materials, waste of brick crushing, physical-mechanical properties, heat conductivity coefficient.

В настоящее время для строительства новых гражданских и промышленных объектов наиболее востребованным материалом является керамический кирпич. Керамический кирпич отличается разнообразием цветов и форм, высокими прочностными характеристиками, долговечностью. Производство таких материалов ежегодно увеличивается, а с этим возрастают объемы использования природного минерального сырья. Основным сырьем для изготовления изделий строительной керамики являются глины. Глины, используемые в производстве строительных керамических изделий, в основном должны иметь низкую температуру обжига (950–1150°C) и большой интервал спекания черепка (70–200°C). Однако запасы высококачественных глин ограничены. Кроме того, большие объемы перерабатываемого сырья исключают возможность его дальних перевозок. Это определяет необходимость расширения сырьевой базы производства керамического кирпича путем использования новых видов доступного природного и техногенного сырья.

Производство керамического кирпича базируется в основном на местных легкоплавких глинах. Легкоплавкие глины наиболее распространены, разнообразны по составу и характеризуются значительным содержанием примесей. Вовлечение в производство глин низкой кондиции требует корректировки состава и тщательной подготовки керамической массы. Возможности использования легкоплавких глин в производстве керамики и критерии оценки качества изучены достаточно полно [1–9]. Для улучшения формовочных, сушильных и обжиговых свойств сырья и обеспечения получения готовых изделий с заданными свойствами в состав глинистых масс вводят отощающие добавки. В качестве отощающих добавок для керамических масс используют кварцевый песок, полевой шпат, шамот, шлаки, золы и другие природные и техногенные материалы. Запасы эффективных природных отощителей ограничены. Известные техногенные отощители также имеют огра-

ниченное применение, так как образуются на предприятиях, которые находятся, как правило, на больших расстояниях от керамических заводов.

Известно, что одним из наиболее качественных отощителей глин является шамот. Шамот в отличие от других отощителей не снижает огнеупорность керамической массы, но является дорогим материалом и поэтому его не применяют для изготовления дешевых керамических изделий, в частности керамического кирпича. В то же время на полигонах и свалках продолжают накапливаться многотоннажные строительные отходы, в частности кирпичного боя, образующегося при замене старой кирпичной кладки или дроблении брака. Вследствие этого вовлечение таких отходов в ресурсный цикл является актуальной экономической и социально-экологической задачей. С точки зрения рационального природопользования бой кирпича глиняного представляет собой недоиспользованное сырье строительного назначения, способное обеспечить керамическую промышленность высококачественным отощающим материалом.

Проблема использования боя кирпича в настоящей работе решалась применительно к образцам отхода, образующегося при замене кирпичной кладки в процессе проведения ремонтных работ на предприятии МУП «Теплоэнергия» (г. Череповец). Объемы образования таких отходов на этом предприятии в среднем за год составляют до 300 т при лимитах размещения на полигоне 493 т/год.

В работе исследовали влияние добавки этого отхода к глинистому сырью на технологические свойства сырьевых масс, предназначенных для изготовления строительного керамического кирпича. Методами исследования являлись математическое моделирование при оптимизации составов сырьевой шихты и методы строительного материаловедения при изготовлении и испытании образцов целевого продукта. Количественное содержание каждого из компонентов в составе керамической массы, обеспечивающее необходимую температуру об-

Таблица 1

Химический состав глины

Компонент химического состава глины	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Содержание компонента, мас. %	64,5–66,1	20,9–22,1	0,6–0,8	4–4,5	3,1–3,5	1,6–2,1	0,4–0,3	0,2–0,3

Таблица 2

Составы керамических масс

Компоненты керамической массы	Номер состава					
	1 (контроль)	2	3	4	5	6
	Состав керамической массы, мас. %					
Глина	100	95	90	80	70	65
Кирпич керамический молотый	–	5	10	20	30	35

жига изделий, заданный фазовый состав и физико-механические свойства определяли расчетным и экспериментальными методами с привлечением математического планирования эксперимента.

В качестве глинистой составляющей использовались глины Кемского месторождения (Белозерский район Вологодской области). Сырье глинистое было испытано в соответствии с требованиями ГОСТ 9169–75 «Сырье глинистое для керамического кирпича» и нормативными методиками ГОСТ 21216–2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний». По минеральному составу они относятся к полиминеральным, в основном монтмориллонитовым глинам, а по гранулометрическому – к среднедисперсным с включениями размером более 0,5 мм менее 5 мас. %. Химический состав исследованных проб глины приведен в табл. 1.

С целью определения возможности использования в составе керамической массы боя кирпича глиняного в качестве отощителя его измельчали путем сухого помола в шаровой мельнице до тонкости помола с остатком на сите № 008 не более 5 мас. %. Отсеянный на сите № 008 кирпич глиняный молотый в количестве 5–35 мас. % смешивали с глиной до получения однородной массы (табл. 2).

Для определения обжиговых свойств керамических масс изготавливали стандартные образцы-кубы размером 70×70×70 мм методом пластического формования. Изготовленные образцы выдерживали при температуре (20±2)°С в течение 24 ч и досушивали в сушильном шкафу при температуре (100±2) С в течение 4 ч. Обжиг образцов проводили в муфельной печи при температуре 900–950°С с выдержкой в течение 120 мин. Скорость подъема температуры задавалась в пределах 6–8 град/мин. После обжига образцы охлаждали до комнатной температуры. Оценку качества изготовленных в лабораторных условиях образцов керамического черепка проводили по показателям огневой усадки, водопоглощению, средней плотности (ГОСТ 7025–91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля

морозостойкости»), механической прочности при сжатии (ГОСТ 8462–85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе»), коэффициенту теплопроводности (ГОСТ 7076–99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме»). Образцы испытывались в лабораторных условиях. Предел прочности при сжатии определен путем испытания образцов на гидравлическом прессе. Испытание материала на водопоглощение проводили путем насыщения стандартных образцов водой и последующего высушивания их до постоянной массы. Теплопроводность материала определяли по значению коэффициента теплопроводности образцов, изготовленных в виде прямоугольного параллелепипеда размером 250×250×50 мм. Физико-механические показатели керамического камня представлены в табл. 3.

Результаты экспериментальных работ показали, что предлагаемый состав керамической массы обеспечивает получение керамического кирпича с малым коэффициентом теплопроводности и без ухудшения остальных эксплуатационных характеристик. Керамический камень, изготовленный с добавкой порошка кирпичного боя, характеризуется достаточно высокой механической прочностью и имеет марку М100 и М150, что соответствует нормативным требованиям ГОСТ 530–2015 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия». Оптимальное содержание измельченного боя кирпича керамического 10–30 мас. %. При его увеличении более 30 мас. % значительно снижается прочность при сжатии и повышается водопоглощение образцов, а при уменьшении его содержания менее 10 мас. % свойства практически не меняются. По сравнению с контрольным образцом, не содержащим порошка кирпичного боя, образец, содержащий 30 мас. % кирпичного порошка соответствует нормативным требованиям. Изделия, изготовленные с добавкой боя кирпичного керамического, имели достаточную насыщенность цвета и чистоту цветового тона.

Таким образом, выполненными исследованиями установлена возможность использования вышедшего из употребления кирпичного боя в качестве техногенного сырья для получения керамического кирпича. Добавка порошка боя кирпичного в сырьевую шихту не вызывает снижения физико-механических показателей изготавливаемых изделий и улучшает их цветовые характеристики. Отходы кирпичного боя могут быть рекомендованы для частичной замены природного песка в производстве керамического кирпича.

Предварительный расчет экономической эффективности от использования техногенного сырья для получе-

Таблица 3

Физико-механические свойства керамического черепка

Свойства	Составы керамических масс						Нормативные требования
	1 (контроль)	2	3	4	5	6	
Предел прочности при сжатии, МПа	17,93	17,07	16,2	13,72	12,75	10,89	10–15
Усадка, %	9,7	9,5	9,2	8,7	8,3	8,1	Не нормируется
Водопоглощение, %	17,65	18,05	18,87	19,31	20,1	20,27	Не менее 6
Средняя плотность, кг/м ³	1649,65	1627,24	1581,82	1536,25	1513,99	1491,38	Свыше 1400
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,335	0,31	0,262	0,248	0,189	0,165	Высокой эффективности до 0,2; эффективные 0,24–0,36

ния строительного керамического кирпича по сравнению с действующим производством показал снижение себестоимости 1 т на 28,8%. При этом учитывалась плата за размещение отходов, величина предотвращенного экологического ущерба окружающей природной среде, а также заготовительная стоимость. Применение предлагаемой керамической массы расширит сырьевую базу производства керамического кирпича, позволит утилизировать широко распространенные многотоннажные отходы, загрязняющие окружающую среду, получить удешевление керамической массы за счет использования многотоннажного отхода, доступного для заводов, изготавливающих керамический кирпич. Используемый в составе керамической массы измельченный бой кирпича глиняного является доступным для заводов, изготавливающих керамический кирпич. Его применение значительно снизит стоимость продукции при сохранении эксплуатационных свойств получаемых изделий.

Работа выполнена в рамках государственного научного гранта Вологодской области. Договор № 24 от 15.09.2015 г.


Список литературы

1. Семенов А.А. Состояние российского рынка керамических стеновых материалов // *Строительные материалы*. 2014. № 8. С. 9–12.
2. Лисачук Г.В., Шукина Л.П., Цовма В.В. и др. Оценка пригодности глинистого сырья для производства стеновой и фасадной керамики // *Стекло и керамика*. 2013. № 3. С. 14–19.
3. Довженко И.Г. Исследование влияния металлургических шлаков на сушильные свойства керамических масс для производства лицевого кирпича // *Стекло и керамика*. 2013. № 12. С. 24–27.
4. Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Веревкин К.А. Керамический кирпич на основе различных глин: фазовый состав и свойства // *Строительные материалы*. 2010. № 11. С. 47–49.
5. Осипов В.И., Соколов В.Н. Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств. М.: ГЕОС, 2013. 576 с.
6. Ашмарин Г.Д., Кондратенко В.А., Ласточкин В.Г., Павленко А.П. Керамические экологически чистые теплоэффективные стены – реальность современного строительства // *Строительные материалы*. 2011. № 12. С. 10–11.
7. Ткачев А.Г., Яценко Е.А., Смолий В.А. и др. Влияние углепромышленных отходов на формовочные, сушильные и обжиговые свойства керамической массы // *Техника и технология силикатов*. 2013. № 2. С. 17–21.
8. Столбоушкин А.Ю., Бердов Г.И., Столбоушкина О.В., Злобин В.И. Влияние температуры обжига на формирование структуры керамических стеновых материалов из тонкодисперсных отходов обогащения железных руд // *Известия вузов. Строительство*. 2014. № 1. С. 33–42.
9. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Химическая технология керамики. М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2011. 496 с.


References

1. Semyonov A.A. The State of the Russian Market of Ceramic Wall Materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 8, pp. 9–12. (In Russian).
2. Lisachuk G.V., Schukina L.P., Tsovma V.V., Belostotskaya L.A., Trusova Yu.D. Estimating the applicability of clay raw materials for wall and facing ceramics production. *Steklo i keramika*. 2013. No. 3, pp. 14–19. (In Russian).

3. Dovzhenko I.G. The influence of metallurgical slurries on drying behaviour of ceramic masses for lining brick production. *Steklo i Keramika*. 2013. No. 12, pp. 24–27.
4. Zubekhin A.P., Yatsenko N. D., Verevkin K.A. Keramichesky a brick on the basis of various clays: phase structure and properties. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 11, pp. 47–49. (In Russian).
5. Osipov V.I., Sokolov V.N. Gliny i ikh svoistva. Sostav, stroenie i formirovanie svoistv [Clays and their properties. Composition, structure and formation of properties]. Moscow.: GEOS. 2013. 576 p.
6. Ashmarin G.D., Kondratenko V.A., Lastochkin V.G., Pavlenko A.P. Ceramic Ecological Heat-Efficient Walls – the Reality of Contemporary Construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 12, pp. 10–11. (In Russian).
7. Tkachev A.G., Yatsenko E.A., Smolii V.A. et al. Influence of coal-mining waste on the molding, drying and burning properties of ceramic masses. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2013. No. 2, pp. 17–21. (In Russian).
8. Stolboushkin A.Yu., Berdov G.I., Stolboushkina O.V., Zlobin V.I. Firing temperature impact on structure forming in ceramic wall materials produced of fine dispersed iron ore enrichment wastes. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2014. No. 1, pp. 33–42. (In Russian).
9. Andrianov N.T., Balkevich V.L., Belyakov A.V., Vlasov A.S., Guzman I.Ya., Lukin E.S., Mosin Yu.M., Skidan B.S. Khimicheskaya tekhnologiya keramiki [Chemical engineering ceramics]. Moscow: ООО РИФ «Стройматериалы». 2011. 496 p.



Новосибирский
государственный
аграрный университет



Международная научно-техническая конференция

«Ресурсы и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении»

Февраль 2016 г.

МВК «Новосибирск Экспоцентр»


Темы конференции

1. Теоретические и методологические вопросы развития науки по оценке ресурсов для строительного материаловедения.
2. Физико-химические исследования процессов, обеспечивающих качественные показатели для строительных композитов.

3. Пути совершенствования качества и технологического обеспечения строительных материалов за счет применения добавок и технологических приемов направленного действия.
4. Экономико-организационные вопросы эффективного внедрения ресурсосберегающих технологий в строительном комплексе.

Конференция проводится во время работы международной выставки SibBuild-2016

Информационная поддержка
Научно-технический и производственный журнал



Оргкомитет
Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160
Тел/факс: (383) 223-52-96

В.Д. КОТЛЯР, д-р техн. наук (diatomit_kvd@mail.ru), К.А. ЛАПУНОВА, канд. техн. наук (keramik_kira@mail.ru), Я.В. ЛАЗАРЕВА, инженер (yana-cherevkova@yandex.ru), И.М. УСЕПЯН, студент

Ростовский государственный строительный университет (344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162)

Основные тенденции и перспективные виды сырья при производстве керамической черепицы

Рассмотрены особенности применения керамической черепицы в современном строительстве и основные взаимосвязанные тенденции при ее производстве и применении в строительстве: уменьшение массы, снижение водопоглощения, увеличение прочности, разнообразие декорирования. Обосновано решение поставленных задач путем выбора оптимального сырья, составлением многокомпонентных шихтовых составов формовочных масс, что обуславливает усложнение технологии. Предлагается в качестве основного сырья использовать аргиллитоподобные глины, свойства которых позволяют осуществлять производство по технологии компрессионного формования, которая является более простой и менее затратной. Учет выделенных тенденций будет способствовать развитию отрасли и увеличению производства керамической черепицы в нашей стране.

Ключевые слова: керамическая черепица, прочность, водопоглощение, аргиллитоподобные глины.

V.D. KOTLYAR, Doctor of Sciences (Engineering) (diatomit_kvd@mail.ru), K.A. LAPUNOVA, Candidate of Sciences (Engineering) (keramik_kira@mail.ru), I.V. LAZAREVA, Engineer (yana-cherevkova@yandex.ru), I.M. USEPYAN, Student
Rostov State University of Civil Engineering (162, Socialisticheskaya Street, Rostov-na-Donu, 344022, Russian Federation)

Main Trends and Prospective Types of Raw Material When Producing Ceramic Tile

Features of the use of ceramic tile in the modern construction and main interconnected trends of its production and application in construction – weight reduction, water absorption reduction, strength increase, variety of decoration – are considered. The solution of assigned tasks is substantiated by means of selection of optimal raw material, formulation of multi-component batch compositions of forming masses that determines the complication of technology. As a main raw material, it is proposed to use argillite-like clays properties of which make it possible to conduct the production by the technology of compressive forming which is simpler and less costly. The account of identified trends will contribute to the development of the industry and increasing the production of ceramic tile in our country.

Keywords: ceramic tile, strength, water absorption, argillite-like clays.

В последние годы строители проявляют возрастающий интерес к керамической черепице. Это закономерный процесс, учитывая подтвержденные столетиями многие неоспоримые преимущества керамической черепицы в сравнении с другими кровельными материалами. История керамической черепицы насчитывает несколько тысячелетий. Этот уникальный материал использовался еще во времена Древнего мира – в Греции, Риме, Китае и других странах. Керамическая черепица является эталоном архитектурной эстетики, и не зря многие современные кровельные материалы имитируют керамическую черепицу.

Главными преимуществами керамической черепицы являются красота, долговечность, огнестойкость, морозостойкость. Кроме того, она устойчива к солнечной радиации, агрессивным средам, способна поглощать шум, не накапливая статическое электричество, не разогревается в жару, обеспечивает необходимую вентиляцию подкровельного пространства. Срок службы керамической черепицы и кровли из нее более ста лет, при этом ее свойства со временем не ухудшаются [1]. Результатом этого является неуклонный рост производства керамической черепицы во многих странах и особенно в Западной Европе [2, 3], где она является практически монопольным кровельным материалом при строительстве жилых и общественных зданий (рис. 1, 2). В России до настоящего времени производство и применение керамической черепицы в силу объективных и субъективных причин не получило распространения. Однако в последнее время наметилась тенденция в лучшую сторону – появилось стремление многих производителей керамического кирпича организовать и производство черепицы. Одним из факторов такого интереса производителей является увеличение объема ввоза черепицы из-за рубежа и достаточно высокая цена зарубежной черепицы. В связи с этим для пра-

вильного понимания процесса организации производства керамической черепицы нами выделены несколько основных взаимосвязанных тенденций и направлений в стратегии развития производства данного вида кровельных строительных материалов.

Одной из основных тенденций при производстве керамической черепицы является стремление к снижению ее массы. Ранее в ГОСТ 1808–71 «Черепица глиняная. Clay tile» среди технических требований было ограничение массы черепицы – не более 50 кг на 1 м². В современных российских и зарубежных нормативных документах такое требование отсутствует [4–6]. Стремление снижения массы черепицы условно можно объяснить тем, что многие критики керамической черепицы среди ее недостатков особо выделяют необходимость устройства усиленной стропильной системы. Достижение массы черепицы возможно только за счет уменьшения ее толщины. Производители идут на это и получают существенные преимущества: при той же площади покрытия надо меньше затратить материалов, соответственно уменьшить расходы на их обработку, снизить расходы на сушку и обжиг и т. д.

Снижение массы черепицы имеет и отрицательные последствия – снижается прочность изделий и способность противостоять ветровым нагрузкам. И если прочность легко проконтролировать в лабораторных условиях, то с ветровыми нагрузками вопрос сложнее – нет однозначного решения, что лучше: увеличивать массу черепицы или нести дополнительные затраты на ее усиленный крепеж к деревянному основанию.

Второй тенденцией при производстве черепицы является стремление к снижению водопоглощения. Данный показатель не регламентируется нормативными документами – требования предъявляются только к водонепроницаемости. Традиционно принято считать, что водопоглощение черепицы не должно превышать 10 мас. %,

и в рекомендациях по устройству кровли указывается, что прирост веса квадратного метра черепицы не должен превышать 10% по отношению к предельному допускаемому весу кровли, указанному в нормативном документе. Например, согласно ТУ 575610-009-25613577-2005 «Черепица глиняная двухпазовая штампованная марсельского типа, коньковая и вентиляционная», для черепицы марсельского типа это не более 50 кг на 1 м², для вентиляционной – не более 74 кг на 1 м².

Следует отметить, что водопоглощение не является прямым показателем, характеризующим качество черепицы, а представляет собой косвенный показатель, позволяющий прогнозировать другие качественные показатели – морозостойкость, водопроницаемость, пористость. Последние определяются прямыми испытаниями и не нуждаются в предположительных определениях. Однако повышенное водопоглощение черепицы может иметь неприятное последствие, которое может проявляться через продолжительное время. В местах повышенной влажности на кровле, при частых дождях или просто во влажном климате, на черепице может начать развиваться биологический налет – диатомовые водоросли, мхи, лишайники, которые придают поверхности черепицы неопрятный вид (рис. 3). Физико-механические свойства черепицы при этом не ухудшаются. Поэтому во избежание данных процессов водопоглощение черепицы должно быть, как показывает практика, не более 5–6%. Этот показатель соответствует требованиям к клинкерному кирпичу, и производители черепицы к этому стремятся, несмотря на технологические трудности [7]. Кроме того, низкое водопоглощение является косвенным признаком более высокой морозостойкости черепицы.

Третьей важной тенденцией при производстве черепицы является стремление к увеличению ее прочности. Оценивается, учитывая форму и условия эксплуатации черепицы, предел прочности при изгибе. В зависимости от вида черепицы этот показатель может изменяться от 6 МПа (плоская черепица) до 12 МПа (желобчатая, специальная черепица с разнообразным, в основном декоративным формобразованием, например черепица, формованная вручную). Черепица ведущих зарубежных фирм, как правило, превышает эти показатели. Стремление к повышению прочности обусловлено многими факторами: это и возможность снизить массу изделий; увеличить размеры изделий; сократить долю боя при транспортировке и укладке; повысить сроки эксплуатации, а также это хороший рекламный фактор в условиях жесткой конкуренции среди большого разнообразия кровельных материалов.

Исходя из вышеизложенных предпосылок можно говорить, что прочность керамического камня при испытаниях глинистого сырья и подборе керамических масс для производства черепицы должна составлять не менее 25 МПа, а самой черепицы не менее 15 МПа. Только при таких условиях можно получить конкурентоспособную продукцию, отвечающую современным требованиям по пределу прочности при изгибе.

Четвертой важной тенденцией при производстве керамической черепицы являются особенности декорирования. Ведущие производители Европы выпускают сотни видов декорированной черепицы. В основном декорирование черепицы заключается в придании различных цветов и оттенков керамическому камню с помощью красителей и условий обжига, покрытия поверхности черепицы глазурями различных видов (блестящими, матовыми, цветными, восстановительными, авантюриновыми и т. д.), покрытия поверхности черепицы различными ангобами, создания различных эффектов на лицевой поверхности типа старения, «деградации» и т. д. [8].

Уменьшение массы черепицы и увеличение прочности явились предпосылками для выпуска черепицы



Рис. 1. Типичная кровля из керамической черепицы жилых и общественных зданий в городах Германии и Чехии



Рис. 2. Кровля из декорированной керамической черепицы в Хорватии



Рис. 3. Развитие диатомовых водорослей на черепичной кровле

больших размеров. В настоящее время производится черепица малого формата – более 15 шт./м², среднего формата – 10–15 шт./м² и крупного формата – не более 6 шт./м². Крупноформатная черепица имеет ряд преимуществ: кровельные работы производятся быстрее и с меньшим объемом подгоночных работ, требуется меньшее количество реек обрешетки, вес кровли в целом снижается. В результате крупноформатная черепица пользуется все большим спросом и получила признание как экономичное кровельное покрытие.

Указанные выше тенденции при производстве керамической черепицы ставят перед российскими технологами и учеными в области стеновой и кровельной керамики непростую задачу, решить которую можно суще-

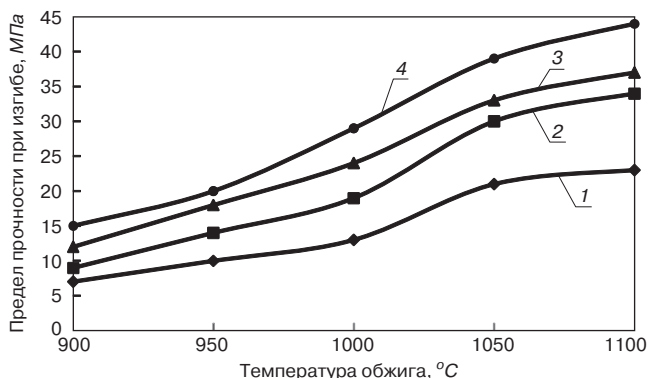


Рис. 4. Зависимость предела прочности при изгибе керамических образцов от степени измельчения сырья и температуры обжига: 1 – 0–1,25 мм; 2 – 0–0,63 мм; 3 – 0–0,315 мм; 4 – 0–0,16 мм

ственным усложнением технологии, созданием сложных многокомпонентных составов сырьевых масс или путем поиска новых нетрадиционных сырьевых источников. Первый путь в керамике традиционен, но он неприемлем в полной мере для условий нашей страны и современных реалий, так как предполагает практически полное использование дорогостоящего импортного оборудования, достаточно сложную технологию, тщательный пооперационный контроль технологического процесса и т. д. Это предполагает большие производственные затраты, высокую себестоимость продукции, низкую рентабельность и, как следствие, низкую инвестиционную привлекательность проектов по производству керамической черепицы.

Работы, проводимые в последние годы в этом направлении в Ростовском государственном строительном университете совместно со специалистами Института наук о Земле Южного федерального университета, позволили выявить перспективное сырье для производства керамической черепицы. Аргиллитоподобные глины ранее не привлекали внимание геологов и технологов-керамиков. Это глинистое сырье имеет распространение во многих регионах России и обладает особыми свойствами [9, 10]. В общем плане месторождения аргиллитоподобных глин можно разделить на три типа.

Традиционные природные месторождения, которые целенаправленно изучаются и разведываются для производства того или иного вида керамики.

Техногенные месторождения шахтных отвалов, сформировавшиеся в результате добычи угля, – терриконы и побочные продукты их переработки. Основным литологическим типом пород терриконов являются аргиллитоподобные глины, аргиллиты, алевролиты и переходные разновидности между этими породами.

Попутное сырье и отвалы при разработке месторождений известняков и песчаников, с которыми они генетически связаны. Учитывая масштабы разработок, объемы аргиллитоподобных глин, уходящих в отвалы, исчисляются сотнями миллионов тонн. Это наиболее интересный тип месторождений, так как они уже разрабатываются, затраты на добычу минимальны и имеется возможность их детального объективного изучения.

Следует отметить, что в последние годы наблюдается интерес к камневидному глинистому сырью [11–14]. Особенностью аргиллитоподобных глин, помимо хорошей легкоплавкости и спекаемости, является высокий предел прочности при изгибе керамического камня на их основе, что очень важно для керамической черепицы. Причем этот показатель технологически легко управляем, так как зависит от двух факторов помимо свойств самого сырья: степени измельчения сырья и температуры обжига. На рис. 4 для примера приведены зависимости предела прочности при изгибе керамиче-

ских образцов на основе аргиллитоподобной глины Садковского месторождения от степени измельчения сырья и температуры обжига.

Высокая прочность при изгибе керамического камня на основе аргиллитоподобных глин обусловлена условиями их генезиса. Они были сформированы в результате процессов катагенетических преобразований глинистых минералов типа монтмориллонита в результате метаморфизма [15, 16]. При этом происходила иллитизация (гидроглинизация) смектитов, переход монтмориллонитового компонента глин в гидрослюда. В аргиллитоподобных глинах выделяется два морфологических типа гидрослюда: изометричная, являющаяся аллотигенной составляющей, и удлиненно-пластинчатая – являющаяся продуктом катагенетического процесса преобразования монтмориллонита. Именно наличие этих составляющих предопределяет высокую прочность керамического камня при изгибе. Гидрослюда при обжиге спекаются, сохраняя форму частиц, и упрочняются, выступая при этом как бы армирующим компонентом микроструктуры, по аналогии с муллитом в фарфоре.

Использование аргиллитоподобных глин позволяет осуществлять производство по технологии компрессионного формования. Такая технология является более простой – требуется меньше основного, вспомогательного и транспортного оборудования; имеется возможность совместить подсушку и обжиг изделий; топливно-энергетические затраты существенно меньше в сравнении с пластическим способом. Черепица, отформованная таким способом, отличается более плотной структурой, повышенной прочностью, меньшей пористостью, гладкой поверхностью и точными размерами. Гладкая поверхность черепицы легче поддается декорированию – глазурированию и ангобированию.

Таким образом, проведенный нами анализ позволил выделить перспективные направления производства керамической черепицы, перспективные виды сырья и технологию. Это поможет найти взаимопонимание между инвесторами, сотрудниками испытательных лабораторий, проектировщиками, технологами и геологопоисковиками. Все это в конечном счете будет способствовать развитию отрасли и увеличению производства керамической черепицы в нашей стране.

Список литературы

1. Салахов А.М. Керамика для строителей и архитекторов. Казань: ИД «Парадигма», 2009. 296 с.
2. Салахов А.М., Туктарова Г.Р., Мочалов А.Ю., Салахова Р.А. Керамическая черепица в России была и должна быть // *Строительные материалы*. 2007. № 9. С. 18–19.
3. Bender W. Vom Ziegelgott zum Industrieelektroniker. Bonn. 2004.
4. СТБ EN 1304–2009 «Черепица кровельная глиняная и доборные элементы. Определения и технические условия на продукцию». Минск: Госстандарт, 2009. 55 с.
5. EN 1304:2005 Dachziegel und Formziegel. Begriffe und Produktanforderungen. 22 p.
6. Eriton K. Roofing. Fine Homebuilding. Newtown. Connecticut: Taunton press. 1997. p. 110.
7. ГОСТ 530–2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2012. 39 с.
8. Ерёмченко Г.Н. Композиционные решения и технология декорирования керамической черепицы на основе аргиллитоподобных глин. *Современные технологии, материалы и качество в строительстве: мат. междунар. студенческой науч.-практ. конф. «Строительство и архитектура-2015»*. Ростов н/Д: РГСУ, 2015. С. 139–142.

9. Котляр В.Д., Козлов А.В., Котляр А.В., Терёхина Ю.В. Особенности камневидных глинистых пород Восточного Донбасса как сырья для производства стеновой керамики // *Вестник МГСУ*. 2014. № 10. С. 95–105.
10. Талпа Б.В., Котляр В.Д. Минерально-сырьевая база литифицированных глинистых пород Юга России для производства строительной керамики // *Строительные материалы*. 2015. № 4. С. 31–33.
11. Котляр В.Д., Терёхина Ю.В., Котляр А.В. Методика испытаний камневидного сырья для производства стеновых изделий компрессионного формования // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 24–27.
12. Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов // *Строительные материалы*. 2011. № 4. С. 43–46.
13. Столбоушкин А.Ю. Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе обогащения отходов углистых аргиллитов // *Известия вузов. Строительство*. 2013. № 2–3. С. 28–36.
14. 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.
15. Котляр А.В., Талпа Б.В. Камневидные глинистые породы Восточного Донбасса перспективное сырье для производства стеновой керамики // *Сборник трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы наук о Земле»*. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2015. С. 49–51.
16. Котляр А.В., Талпа Б.В. Особенности аргиллитоподобных глин Юга России как сырья для производства клинкерного кирпича // *Сборник трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы наук о Земле»*. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2015. С. 51–53.
- raw materials for wall tile production. *Vestnik MGSU*. 2014. No. 10, pp. 95–105. (In Russian).
10. Talpa B.V., Kotlyar V.D. Mineral and raw base of lithified clay materials of southern Russia for ceramics production. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 4, pp. 31–33. (In Russian).
11. Kotlyar V.D., Terekhina U.V., Kotlyar A.V. Lithoid raw materials testing procedure for production of compression-molding-type wall products. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 4, pp. 24–27. (In Russian).
12. Stolobushkin A.U., 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).
13. Stolobushkin A.U. Ceramic wall materials of matrix arrangement on basis of enrichment of carbon-bearing clay-rock waste products. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2013. No. 2–3, pp. 28–36. (In Russian).
14. Kara-sal B.K., Kotelnikov V.I., Sapelkina T.V. Getting of ceramical wall materials from overburden rock coal beneficiation. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2015. No. 2, pp. 160–163. (In Russian).
15. Kotlyar V.D., Talpa B.V. Lithoid clay rock of the east Donbass perspective raw materials for production of wall ceramics. *Collected works of academic conference for students and young scientists with international participation of «Geosciences topical issues»*. Rostov-on-Don, 2015, pp. 49–51. (In Russian).
16. Kotlyar V.D., Talpa B.V. The peculiarities of claystone-like clays of the southern Russia as raw materials for arch brick production. *Collected works of academic conference for students and young scientists with international participation of «Geosciences topical issues»*. Rostov-on-Don, 2015, pp. 51–53. (In Russian).

References

1. Salakhov A.M. *Keramika dlya stroiteley i arkhitektorov* [Ceramics for builders and architects]. Kazan: ID Paradigm. 2009. 296 p.
2. Salakhov A.M., Tuktarova G.R., Mochalov A.Yu., Salakhova R.A. There is Ceramic tile in Russia and it should exist. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2007. No. 9, pp. 18–19. (In Russian).
3. Bender W. *Vom Ziegelgott zum Industrieelektroniker*. Bonn. 2004.
4. STB EN 1304–2009. Cherepitsa krovel'naya glinyanaya i doborynye elementy. Opredeleniya i tekhnicheskie usloviya na produk-tsiyu» [Roofing clay tiles and non-standard precast component. Definitions and technical conditions for production]. Minsk: Gosstandart. 2009. 55 p.
5. EN 1304:2005 Dachziegel und Formziegel. Begriffe und Produkt an forderung. 22 p.
6. Eriton K. Roofing. Fine Homebuilding. Newtown. Connecticut: Taunton press. 1997. 110 p.
7. GOST 530–2012 Kirpich i kamen' keramicheskie. Obshchie tekhnicheskie usloviya [All Union State standard 530–2012. Bricks and stones made from ceramics. General characteristics and conditions]. Moscow: Standardinform. 2012. 39 p.
8. Eremenko G.N. Compositional decisions ceramic and tile decoration technology on basis of claystone-like clays. *Modern technology, building materials and building quality: international student's research and practice conference. Building and architecture*. Rostov-on-Don: RGSU. 2015, pp. 139–142. (In Russian).
9. Kotlyar V.D., Kozlov A.V., Terekhina U.V. The peculiarities of lithoid clay rock materials of east Donbass as



Химическая технология керамики

Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева под редакцией И.Я. Гузмана

Издание 2-е, исправленное
М: РИФ «СМ». 2012 г. 494 с.

В пособии освещены вопросы современного состояния технологии основных видов керамических изделий строительного, хозяйственно-

бытового и технического назначения, а также различных видов огнеупоров. Книга соответствует программе общего курса химической технологии керамики и огнеупоров при наличии также курсов соответствующих специализаций. Подробно изложены характеристика сырья, проблемы подготовки керамических масс и их формование, особенности механизмов спекания, а также дополнительные виды обработки керамики: металлизация, глазурование, декорирование, механическая обработка.

Описаны механические, деформационные, теплофизические, электрофизические свойства керамических изделий, в том числе при высоких температурах.

Учебное пособие рассчитано на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» и специалистов, работающих в области технологии керамики и огнеупоров.

Тел./факс: (499) 976-22-08; 976-20-36
www.rifsm.ru

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



тел/факс в Челябинске:
 (351) 790-16-13, 790-16-85, 796-64-14
 в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58
 e-mail: stroypribor@chel.surnet.ru
 www.stroypribor.ru

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

ИПС-МГ4.01 / ИПС-МГ4.03
 ударно-импульсный
 автоматическая обработка измерений
 диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
 ультразвуковой
 поверхностное и сквозное прозвучивание
 частота 60...70 кГц
 диапазон 10...2000 мкс

ПОС-50МГ4 / ПОС-50МГ4 Д / ПОС-50МГ4 "Скол"
 отрыв со скалыванием и скалывание ребра
 предельное усилие 60 кН
 диапазон 5...100 МПа

ПОС-2МГ4 П
 испытание прочности ячеистых бетонов
 предельное усилие вырыва 2,5 кН

Прессы испытательные малогабаритные
ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4
 с гидравлическим приводом для испытания бетона, асфальтобетона, кирпича
 ■ предельная нагрузка 100 / 500 / 1000 кН
 ■ масса 70 / 120 / 180 кг

ПСО-10МГ4 КЛ
 испытание прочности сцепления в каменной кладке
 предельное усилие отрыва 15 кН

ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ ДИНАМИЧЕСКИЕ
ПДУ-МГ4 "Удар" и ПДУ-МГ4 "Импульс"
 определение динамического модуля упругости грунтов и оснований дорог методом штампа,
 диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
 5...300 МН/м² ("Импульс")

ПМ-1МГ4 / ПМ-2МГ4 / ПМ-3МГ4 / ПМ-5МГ4 / ПМ-10МГ4
 с ручным / электрическим приводом для испытания утеплителей на изгиб и сжатие при 10% линейной деформации
 ■ предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
 ■ масса 20 / 25 кг

АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4
 испытание прочности сцепления покрытия с основанием
 предельная нагрузка 1 / 2,5 / 5 / 10 кН

ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"
 стационарный и зондовый режимы
 диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01
 анемометр-термометр
 диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
 -30...+100 °С
ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
 термогигрометр
 диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"
 3...5, 10 и 100-канальные регистраторы
 диапазон 10...999 Вт/м²
 -40...+70 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4
 для измерения влажности бетона, сыпучих, древесины
 диапазон 1...45 %

ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01
 модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер (до 20 модулей в комплекте)
 зондовые / контактные
 1...2-канальные
 диапазон -40...+100 / 250 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4
 метод поперечной оттяжки
 диапазон контролируемых усилий 2...120 кН
 диаметр арматуры 3...12 мм

ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4
 диаметр контролируемой арматуры 3...40 мм
 диапазон измерения защитного слоя 3...140 мм

ДИНАМОМЕТРЫ

ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4
 эталонные
 сжатия / растяжения
 предельная нагрузка 1...1000 кН

ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4
 частотный метод
 диаметр арматуры 3...32 мм
 диапазон 100...1800 МПа

ПРОИЗВОДИМ: ИЗМЕРИТЕЛИ ВИБРАЦИИ, МОРОЗОСТОЙКОСТИ, ТОЛЩИНОМЕРЫ, ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ВЕСЫ И ДР.

Реклама

Конференция «Инновационные технологии производства извести» в Бергамо

В сентябре 2015 г. в Италии состоялась ежегодная международная конференция «Инновационные технологии производства извести». Этот конференционный проект появился в 2012 г. благодаря сотрудничеству Некоммерческого партнерства производителей извести (НППИ) и научно-технического и производственного журнала «Строительные материалы»®. Особенностью проекта стало проведение конференций как в России, так и за рубежом.

Первая конференция за пределами РФ состоялась в 2013 г. в Германии. Также в рамках проекта известковики России посетили Китай. Во время поездки члены делегации познакомились с богатым опытом как строительства печей, так и производства извести в Поднебесной.

Для международной встречи известковиков в 2015 г. была выбрана Италия. И это не случайно: в стране высоко развито производство не только извести, но и оборудования для этого направления от техники для добычи известнякового сырья, до гидраторов извести и упаковочных агрегатов сыпучих продуктов.

Основной костяк участников конференции составляли заводы, являющиеся членами НППИ: ЗАО «Клинцовский силикатный завод» (Брянская обл.), ЗАО «Ковровский завод силикатного кирпича» (Владимирская обл.), ЗАО «Копанищенский комбинат строительных материалов» (Воронежская обл.), ООО «Придонхимстрой Известь» (Воронежская обл.), ООО «Росизвесть» (Воронеж), ОАО «Солигаличский известковый комбинат» (Костромская обл.), ООО «Силикат» (Саратовская обл.), ООО «Известь Сысерти» (Свердловская обл.), ЗАО «Известняк» Джегонасский карьер» (Карачаево-Черкесская Республика). Также к участию присоединился ряд предприятий из РФ и Украины. Машиностроительные и проектно-консалтинговые компании представляли Россию, Италию, Германию и Швейцарию.

Первый день работы мероприятия состоялся на севере Италии в г. Бергамо. Заседание открыла главный редактор журнала «Строительные материалы»® Е.И. Юмашева. Директор НППИ Е.Ю. Владимирова в своем выступлении представила общую картину производства извести в РФ.

С итальянской стороны участников конференции приветствовал директор и основатель компании Чимпроджетти П. Рицци, который отметил, что в настоящее время в России работает примерно 400 компаний и 8 банковских групп. Однако за 2014–2015 гг. итальянский экспорт в результате ввода санкций потерял от 1,8 до 3 млрд евро. Но,



В непринужденной обстановке началась конференция «Инновационные технологии производства извести» в Бергамо. Генеральный директор ЗАО «Копанищенский комбинат строительных материалов» В.С. Афанасов имеет огромный опыт руководства предприятием. Но всегда интересно посмотреть разработки итальянских компаний



Работой пленарного дня конференции руководили Е.И. Юмашева, главный редактор журнала «Строительные материалы»® и Е.Ю. Владимирова, директор Некоммерческого партнерства производителей извести



Перед началом конференции



Перерыв в конференции – прекрасная возможность обсудить общие темы. Е.Ю. Владимиров, В.Д. Дьяконов, генеральный директор ОАО «Солигаличский известковый комбинат» (справа) и Д.С. Карнаков, коммерческий директор ЗАО «Клинцовский силикатный завод»



Слева направо: А.П. Богданов, президент ООО «НАРАТ-К» (Саратов), А.В. Нестеров, генеральный директор ООО «Кианит» (Санкт-Петербург), И.В. Баранков, технический директор ЗАО «Ковровский завод силикатного кирпича» (Владимирская обл.)



С. Альберти, инженер по продажам компании Чимпроджетти, прекрасно ориентируется как в оборудовании, так и в тенденциях производства известки в Европе и Италии



Участников конференции приветствовал директор и основатель компании Чимпроджетти П. Риччи. С переводом на русский язык ему помогла И. Сартакова

несмотря на кризисный период, экспорт-импорт между Италией и Россией имеет большие перспективы развития.

В настоящее время производство известки в Италии представлено ориентировочно 20 заводами, расположенными в основном на севере Италии. Объем производства в 2014 г. составил приблизительно 6300 тыс. т.

Инженер по продажам компании Чимпроджетти С. Альберти представил производственную программу компании и основные особенности печей и оборудования для гидратации известки.

Компания Мерц Оффенбау уже хорошо известна участникам конференции «Инновационные технологии производства известки», так как ее представители не раз выступали на конференциях. Кроме того, в 2013 г. в рамках форума в Мюнхене была организована поездка на завод известки в Баварии, где работают печи Мерц. Менеджер по работе с ключевыми клиентами компании Мерц Оффенбау Г. Штраусс в своем выступлении рассказал об усовершенствованиях для известковой печи типа PFR круглого сечения.

Основной акцент в докладе менеджера по продажам компании SOCIETA IMPIANTI CALCE s.r.l. (SIC) Э.М. Саволди был сделан на оборудование, которое производит и поставляет компания для известковой промышленности – 6 видов печей, гидрататоры, измельчители известки и др.

Отечественными инжиниринговыми компаниями также накоплен значительный опыт в области



Компания Мерц Оффенбау – признанный мировой лидер в области строительства печей – разработала ряд усовершенствований. Новации представил Г. Штраусс с переводом на русский Е. Фрей



Многие выступления участники фиксировали доступными способами. С.П. Завьялов, заместитель генерального директора ОАО «Солигаличский известковый комбинат»



Впервые в работе конференции за рубежом принял участие директор ООО «Силикат» Р.Г. Байбиков. Он оказался активным участником дискуссий



Переговоры в кулуарах



А.В. Муравьев рассказал о наиболее востребованных в известковой промышленности элементах транспортных систем компании Rud Ketten (Германия)



Реконструкции шахтных печей в РФ посвятил свой рассказ А.В. Нестеров (ООО «Кианит»)



Прежде чем построить печь, в лаборатории компании Чимпроджетти проводится комплексный анализ сырья и возможного топлива. В специальном помещении хранятся все образцы, когда-либо исследованные в лаборатории



Наши специалисты интересуются не только обжигом извести. В вечерней программе конференции было запланировано посещение виллы Редона (Villa Redona). Участников конференции встречали как дорогих гостей. С.М. Проценко, заместитель директора по производству, и Т.Н. Бердыев, заместитель директора по экономике, ООО «Укрспецизвесть» (Украина)



Хозяин подробно рассказал, как производится настоящее итальянское пресекко

реконструкции действующих предприятий, производящих известь. А.В. Нестеров, представил ряд проектов реконструкции шахтных печей, реализованных компанией «КИАНИТ» в РФ.

Второй день работы конференции включал экскурсии на предприятия. Сначала участники посетили офис и лабораторию компании Чимпроджетти, расположенную в пригороде Бергамо (Далмине). Офис располагается в бывшем заводском цеху. Дизайн помещения, выполненный в стиле хай-тэк, виртуозно скрывает первоначальное предназначение. Однако хозяева оставили от «прошлой жизни» маленький нюанс – мостовой кран, служащий теперь украшением офиса.

Компания Чимпроджетти в 2012 г. поставила оборудование на завод Fornaci Calce Zulian (Фонтанива). Особенность технологии заключается в том, что шахтная печь может работать как на древесных опилках – отходах мебельного производства, так и на природном газе. Получаемая известь предназначена для использования в металлургии и производстве строительных материалов. Участники поездки получили интересующую информацию по заводу и особенностям реализованной технологии.

Как всегда, участники конференции «Инновационные технологии производства извести» получили много полезной информации, завязали новые знакомства и окунулись в непередаваемую атмосферу северной Италии.



Наиболее интересные наработки компании SIC s.r.l. представил менеджер по продажам Э.М. Саволди с русским переводом Р. Стринги. Однако некоторые вопросы из зала потребовали помощи генерального директора ООО «КватроПром» А.А. Вахненко, представляющего интересы компании в РФ



Рабочее место в одном из отделов компании Чимпроджетти «примерил» главный инженер ОАО «Солигалльский известковый комбинат» А.А. Давыдов



Вот так раскрываются секреты! Коммерческий директор ООО «Завод силикатных материалов» И.В. Хайрнатов



Настоящих известковиков не может остановить жара, солнцепек и крутая лестница. Восхождение на печь



«Наземный» рассказ об особенностях печей на заводе Fornaci Calce Zulian



НОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ГАШЕНОЙ И НЕГАШЕНОЙ ИЗВЕСТИ ВО ВЬЕТНАМЕ

Компания Società Impianti Calce Srl (SIC), обладая более чем 150-летним опытом производства извести, является одним из лидеров в области разработки технологии, поставки оборудования, строительства и запуска заводов по производству извести и ее производных. Штаб-квартира компании SIC расположена в пригороде Милана (Италия), одного из главных технологических и экономических центров Европы.

Спектр оборудования и услуг включает, но не ограничивается, инжиниринг, поставку, наладку и послепродажное обслуживание:

- одно- и двухшахтных печей для обжига извести, отапливаемых газообразным, твердым или жидким топливом;
- установок для производства гашеной извести;
- установок для производства известкового молока;
- установок для производства известкового теста, сухих и готовых известковых строительных растворов;
- установок для производства осажденного карбоната кальция (PCC);
- установок для растворения извести;
- установок для помола бикарбоната натрия;
- динамических воздушных сепараторов и мельниц тонкого помола минерального сырья.



В начале 2014 г. компания Huong Hai Group Company LTD (HH), расположенная в Ha Long City (Вьетнам), поручила компании Società Impianti Calce Srl строительство нового завода по производству извести и продукции на ее основе.

Этот проект, нацеленный на развитие рынка извести на Индокитайском полуострове, безусловно явился наиболее важным событием для известковой промышленности в данном регионе.

Новый завод расположен неподалеку от Ha Long Bay (Тонкинский залив) – одного из самых популярных международных туристических центров Вьетнама, известного примечательной живописностью залива, окруженного двумя тысячами скалистых известняковых островов и древними тропическими лесами.

Новая промышленная зона располагается в нескольких километрах от города и не оказывает заметного воздействия на окружающую среду. Окружающий пейзаж с холмистыми джунглями никак не выдает того, что расстояние между рабочей площадкой и заливом с грузовым портом, используемым для отгрузки цемента, и магистральной дорогой в столицу составляет всего несколько километров.

На первой стадии проект предусматривает строительство двух двухшахтных печей типа DSS 300 с прямоуголь-

ным сечением шахт и производительностью 300 т/сут CaO каждая, отапливаемых измельченным нефтяным коксом или угольной пылью, а также строительство двух установок для гашения извести производительностью 15 т/ч Ca(OH)₂ каждая.

Помимо этого в проекте заложено обустройство карьера, связанного с промплощадкой известкового завода ленточным конвейером длиной более 1 км, а также строительство установки для сушки и помола твердого топлива.

Благодаря высокому качеству исходного сырья (содержание карбонатов составляет 99,2%) реализация проекта позволит покрыть потребности в поставке качественной извести и широкого диапазона продукции на ее основе (с большей добавочной стоимостью) не только во Вьетнаме, но также на быстро растущих и расширяющихся рынках соседних стран.

По этим причинам новое производство было спроектировано с высокой степенью технологической гибкости, позволяющей быстро адаптировать в зависимости от определенных рыночных задач.

*Инженер **Paolo Accinelli**,
управляющий директор*

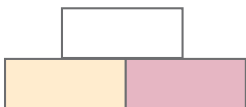


Региональные представительства/дистрибьюторы в РФ

Вадим Бондаренко, ООО «Термо Техно»
vadim.bondarenko@thermotechno.ru
Тел.: +7-916-557-5485

Дмитрий Ситников, ООО «КватроПром»
import@q-prom.ru
Тел.: +7-499-755-9348

СИЛИКАТЭКС



Главный форум силикатчиков в Воронеже

21–22 октября 2015 г. в Воронеже состоялась IX Международная конференция СИЛИКАТЭкс. На главном ежегодном форуме силикатчиков этой осенью собралось около 140 специалистов и руководителей предприятий по выпуску силикатных изделий, поставщиков сырья, представителей машиностроительных компаний и вузов из 28 регионов России, а также Белоруссии, Казахстана, Германии, Китая, Словении. Организатором ежегодной встречи силикатчиков является научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы»®, который в 2015 г. отметил 60-летие. Генеральным спонсором конференции выступила компания ВКБ-Системс ГмбХ (Германия) – одна из лидирующих в области оборудования для производства силикатного кирпича, автоклавного газобетона и др. Спонсорскую поддержку оказала российская машиностроительная компания ООО «Инвест-Технология» (Челябинск) – единственный российский производитель оборудования для отрасли, компания Машиненфабрик Густав Айрих ГмбХ (Германия) – ведущий европейский производитель смесительного оборудования, МАЗА ГмбХ (Германия) – одна из крупнейших компаний в области производства оборудования для силикатной отрасли, отметившая в 2015 г. 110 лет.

Местом встречи силикатчиков в 2015 г. был выбран Воронеж – город с богатыми традициями производства и применения силикатного кирпича. Здесь работает одно из наиболее успешных предприятий в этом сегменте – ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов», отметивший в 2015 г., так же как и журнал «Строительные материалы»®, 60 лет.

Местом проведения пленарного дня конференции СИЛИКАТэкс стал бизнес-инкубатор Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. В 2015 г. университет отмечает 85-летие.

Программа конференции включала 15 пленарных докладов по различным аспектам производства и применения силикатного кирпича. Проведение конференции на базе вуза позволило фактурнее представить связь строительной науки и практики производства, которая в рутине повседневности порой становится совсем незаметной. В работе конференции приняли участие ученые ВГАСУ, многие из которых являются постоянными авторами журнала «Строительные материалы»® и внесли значительный вклад в развитие промышленности строительных материалов, в том числе и силикатной отрасли.

С пленарным докладом о перспективах повышения качества автоклавных силикатных материалов и путей возможной оптимизации производства выступил академик РААСН, д-р техн. наук Е.М. Чернышов.

Технический директор компании ВКБ-Системс ГмбХ Й. Вирлинг подробно представил отличительные характеристики оборудования и комплексных технологических переделов компании: модернизированных прессов WKP 750, универсальной установки для смены пресс-форм, линий упаковки, автоматизированных линий для производства силикатных перемычек, установок производства колотого и рустированного кирпича, производства элементов стен за пределами стройплощадки.

Преимущества применения насосов с сервомотором на постоянных магнитах в гидравлических прессах для силикатного кирпича посвятил свое выступление генеральный директор ООО «Инвест-Технология» И.А. Галеев. Именно такие насосы устанавливаются на прессах VIKING, выпускаемых этой компанией.



Ученые Воронежского государственного архитектурно-строительного университета были авторами журнала «Строительные материалы»® на протяжении десятилетий. После того как в 2009 г. в состав редакционного совета вошел академик РААСН Е.М. Чернышов, сотрудничество между университетом и вузом стало носить системный характер. На официальной встрече, состоявшейся накануне проведения конференции СИЛИКАТЭКС-2015, ректор ВГАСУ С.А. Колодяжный и генеральный директор издательства «Стройматериалы» А.Б. Юмашев обсудили дальнейшее взаимодействие. Во время церемонии открытия конференции А.Б. Юмашев вручил С.А. Колодяжному благодарность за многолетнее сотрудничество в связи с 85-летием университета.



Возможность диверсификации производства представил в своем выступлении коммерческий директор ООО «Канон» Л.С. Никишов (Республика Крым). Технология производства кирпича из отходов переработки карбонатного сырья сразу вызвала большой интерес специалистов



Руководитель конструкторского отдела компании ВКБ Системс Й. Вирлинг подробно представил производственную программу и возможности оборудования для производства силикатного кирпича. Ему помогала переводить специалист отдела маркетинга Н. Киль





Журнал «Строительные материалы»® по заслугам считается энциклопедией отрасли. В одном из первых номеров журнала в далеком 1955 г. была опубликована информация о запуске Воронежского комбината строительных материалов. В честь 60-летия председателю совета директоров ЗАО «ВКСМ» В.И. Жаглину был вручен памятный знак «60 ЛЕТ ВМЕСТЕ»



А.К. Иванов, глава представительства компании МАЗА ГмбХ в России, странах СНГ и Балтии, представил реализованный проект реконструкции Ярославского завода силикатного кирпича



Выступление инженера отдела сбыта компании Вюршум ГмбХ (Германия) А. Бабеля было посвящено введению пигментов в силикатную массу



Р. Шелер, генеральный директор ООО «Ласко Умформтехник Сервис» (справа), П.П. Пирогов, представитель компании Ласко Умформтехник ГмбХ в России. Компания в 2015 г. открыла сервисный центр в России. Это событие позволит заводам, оснащенным прессами Ласко, значительно упростить решение вопросов обслуживания оборудования



Д-р техн. наук Е.М. Чернышов в докладе подчеркнул, что для повышения качества продукции при производстве силикатных материалов надо искать новые пути и нетрадиционные подходы, которые могут заключаться в применении нанотехнологий



Любая новая нормативная база вызывает вопросы и обсуждения специалистов: Г.В. Кузнецова, Казанский государственный строительный университет; А.М. Тихомирова, ЗАО «Саратовский завод стройматериалов» (слева)



Впервые на СИЛИКАТэкс выступил представитель ЗАО «Роксор Индастри» А.Н. Ширский

Компания Ласко Умформтехник ГмбХ также сконцентрировала выступление на новых технологиях гидравлических прессов, разработанных для силикатной промышленности. В своем выступлении заместитель директора Ласко Умформтехник ГмбХ Р. Шелер подчеркнул, что количество оборудования фирмы, установленное в России, достигло критической отметки и требует соответствующего сервисного центра. Поэтому в 2015 г. во Владимире открыта компания ООО «Ласко Умформтехник Сервис», в задачи которой входит техническое обслуживание оборудования в России. Подробнее об этом читайте на стр. 46.

В обсуждениях различных аспектов производства выступил А.В. Антохин, ЗАО «Стеклопак» (Орел). Компания активно работает в области проектирования и производства оборудования для стекольной промышленности, но имеет в своем арсенале ряд разработок для производства силикатного кирпича.

Альтернативу упаковке пакетов силикатного кирпича в пленку представил А.Н. Ширский, ЗАО «Роксор Индастри» (Санкт-Петербург). Компания «Роксор Индастри» решает этот вопрос укреплением пакетов полимерными лентами.

Процесс обновления действующих производств силикатного кирпича постепенно реализуется на многих предприятиях отрасли. Один из наиболее ярких примеров привел глава представительства компании МАЗА ГмбХ в РФ, СНГ и Балтии А.К. Иванов. На Ярославском заводе силикатного кирпича при реконструкции производства установлен гидравлический пресс с двусторонним уплотнением НДР-1200. Это позволило заводу производить не только силикатный кирпич и камни, но и пазогребневые блоки различного формата.

Как известно, многие предприятия производства силикатного кирпича и извести имеют собственные карьеры карбонатного сырья. Главная проблема переработки карбонатной породы – отходы, которые образуются в достаточном количестве и составляют проблему для многих компаний. Выступление коммерческого директора ООО «Канон» Л.С. Никишова было посвящено возможностям использования таких отходов при производстве строительных материалов с использованием технологии ускоренной карбонизации. Подробнее о технологии читайте на стр. 48.

Современное прессовое оборудование, системный подход к качеству силикатной сырьевой смеси и соблюдение технологии автоклавирования обеспечили значительное повышение качества силикатного кирпича. Однако ГОСТ, действо-

вавший на данную продукцию, не соответствовал реалиям и стал тормозом при расширении возможностей применения силикатных изделий. В октябре 2015 г. вступил в действие новый ГОСТ 379–2015 «Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия», который значительно расширил горизонты производства и применения силикатных материалов. Большую роль в появлении нового документа сыграла Ассоциация производителей силикатных изделий. Об основных отличиях старого и нового стандарта участникам конференции СИЛИКАТэкс доложил один из участников рабочей группы АПСИ по разработке нового ГОСТа – М.В. Корнев (ООО «Силикатстрой»).

На второй день работы участники конференции посетили ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов». О том, что ВКСМ является одним из лидеров строительного комплекса России, знают многие. Но реалии превзошли все ожидания. В настоящее время на комбинате работает производство силикатного кирпича, газосиликатных блоков, тротуарной плитки и бордюрного камня. Мощность производства силикатного кирпича составляет 144 млн шт. усл. кирпича в год. Силикатный цех оснащен прессами WKP и револьверными. Коллектив предприятия насчитывает около 1000 работников.

Но самое удивительное – это социальная составляющая, которая в условиях современного строя просто потрясает воображение неизбалованного специалиста ПСМ. На заводе работает столовая, стоимость обеда в которой не превышает 40 рублей. Медицинский центр стоит на страже здоровья работников. В нем ведут прием врачи-специалисты, имеется дневной стационар. Стоматологический кабинет оснащен новейшей рентгеновской установкой. Для поддержания общего физического здоровья работает физкультурно-оздоровительный центр, включающий тренажерный зал, бильярдную, шахматную зону и др. 60-летие комбината ознаменовано открытием бассейна. Парикмахерская с услугами маникюра и косметолога всегда к услугам работников комбината. Но самое интересное, что все это для работников комбината и членов их семей бесплатно.

Большое значение на предприятии уделяется и отдыху сотрудников, проводятся спортивные соревнования, организуются совместные праздники.

Конечно, посещение такого предприятия произвело огромное впечатление на участников конференции СИЛИКАТэкс.

Редакция журнала «Строительные материалы» выражает признательность руководству ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов» и лично Б.Н. Затонскому за предоставленную возможность посещения предприятия и желает дальнейшего процветания и творческих успехов.

В 2016 г. конференция СИЛИКАТэкс «Развитие производства силикатного кирпича в России» состоится в десятый раз! Оставайтесь с нами, друзья!

Начало экскурсии по Воронежскому комбинату строительных материалов



Не многие предприятия, где работают револьверные прессы, могут похвастаться успешно работающим оборудованием для съема кирпича-сырца



Цех газосиликата вызвал не меньший интерес специалистов



Многие технологические решения, внедренные на комбинате, специалисты предпочли сфотографировать



Изумление участников конференции от социальной инфраструктуры ВКСМ можно понять. Мало кто на предприятиях имеет бассейн, спортивно-оздоровительный комплекс, поликлинику и прочие блага, да еще и бесплатно!



Завершением конференции СИЛИКАТэкс-2015 стала экскурсия по Воронежу. Веселый памятник мультяшному котенку с улицы Лизюкова стал настоящим местом паломничества, и каждый старался прикоснуться к нему «на удачу»

УДК 691.316:339.13

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

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

Рынок силикатных стеновых материалов и вопросы сырьевого обеспечения отрасли

Проанализировано развитие российской промышленности силикатных стеновых материалов и вопросы обеспечения отрасли сырьевыми ресурсами. Приведена динамика и объемы производства силикатных стеновых материалов, оценена региональная структура производства, составлен рейтинг ведущих предприятий-производителей. Оценены объемы выпуска наиболее динамично развивающегося сегмента – средне- и крупноформатных силикатных стеновых и перегородочных блоков, как в целом по РФ, так и в разрезе производителей. Приведена структура потребления штучных стеновых материалов, показано, что силикатные стеновые материалы устойчиво занимают 21–22% на фоне существенного снижения доли потребления керамических стеновых материалов. Приведены сведения об обеспеченности предприятий силикатной промышленности основными сырьевыми материалами, количестве и возрасте действующих печей обжига извести, перспективах сохранения собственного известкового производства на предприятиях отрасли.

Ключевые слова: силикатные стеновые материалы, силикатный кирпич, штучные стеновые материалы, сырьевая база, производство извести, износ мощностей.

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

Silicate Wall Materials Market and Problems of Providing Industry with Raw Materials

The development of the Russian industry of silicate wall materials and problems providing the industry with raw material resources are analyzed. The dynamics and volumes of silicate wall materials production are presented, regional structure of production is assessed, the rating of leading enterprise-manufacturers is prepared. Volumes of the production of the most dynamically developing segment, medium- and large-format silicate wall and partition blocks, are evaluated both for the Russian Federation as a whole and for manufacturers. The structure of piece wall materials consumption is presented, it is shown that silicate wall materials consistently occupy 21–22% on the background of significant reduction in the consumption of ceramic wall materials. Data on the provision of silicate industry enterprises with basic raw materials, the number and age of operating lime burning kilns, prospects of the preservation of own lime production at enterprises of the industry are presented.

Keywords: silicate wall materials, silicate brick, piece wall materials, raw material base, lime production, depreciation of production capacities.

Под силикатными стеновыми материалами в данной статье понимаются силикатный кирпич, камни, стеновые и перегородочные блоки.

По состоянию на начало 2015 г. в России насчитывалось 93 силикатных завода, суммарная мощность которых оценивается в 6,1 млрд шт. усл. кирпича, что составляет около 83% от уровня 2008 г. (рис. 1). При этом на протяжении последних лет в отрасли наблюдалось выбытие старых производственных мощностей, обусловленное проведением модернизации на ряде заводов отрасли. Средняя загрузка производственных мощностей в 2014 г. составила около 58%, что соответствует среднему значению по промышленности строительных материалов в целом.

Несмотря на достаточно высокие темпы роста производства силикатного кирпича в последние годы, отрасли так и не удалось выйти на уровень докризисного

2007 г. (рис. 2). В 2014 г. объем производства силикатного кирпича составил всего 77% от уровня 2007 г.

При этом темпы роста производства силикатных стеновых материалов в 2013–2014 гг. существенно превышали темпы роста производства керамических стеновых материалов. Положительная динамика сохранялась и в первом квартале 2015 г. Однако начиная со второго квартала наблюдается существенное снижение объемов выпуска силикатных стеновых материалов. По итогам девяти месяцев 2015 г. спад в отрасли составил почти 12% (рис. 3).

Основной объем производства силикатных стеновых материалов традиционно приходится на долю Приволжского и Центрального федеральных округов, где суммарно производится порядка 74% от общего объема выпуска этой продукции в стране. Минимальные объемы производства силикатных стеновых материалов

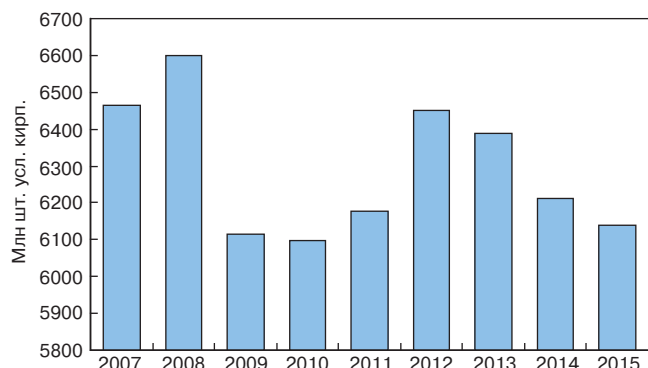


Рис. 1. Изменение суммарной мощности силикатных заводов
Источник: Росстат, оценка «ГС-Эксперт»

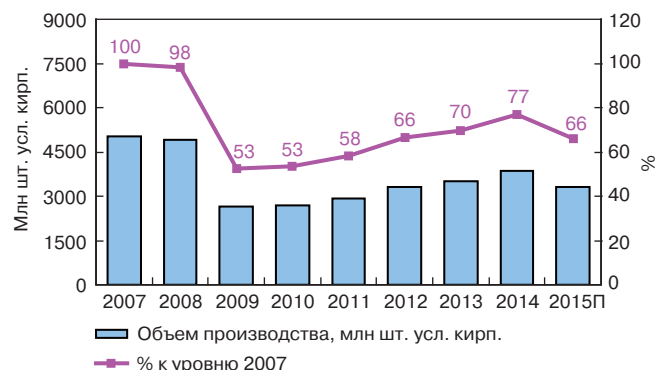


Рис. 2. Динамика производства силикатного кирпича в 2007–2015 гг.
Источник: Росстат, данные предприятий, оценка «ГС-Эксперт»

Рейтинг ведущих производителей силикатных стеновых материалов в 2014–2015 гг.

Предприятие	Регион	Место в рейтинге		Изменения
		9 мес 2015 г.	2014 г.	
ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов»	Республика Татарстан	1	1	–
ООО «Силикат»	Ульяновская обл.	2	4	+2 ↑
ЗАО «Воронежский КСМ»	Воронежская обл.	3	2	-1 ↓
ОАО «Орловский ЗСК»	Орловская обл.	4	5	+1 ↑
ООО «Инвест-силикат-стройсервис»	Тюменская обл.	5	3	-2 ↓
ЗАО «Марийский ЗСК»	Республика Марий Эл	6	5	-1 ↓
АО «Яснополянские строительные материалы»	Пензенская обл.	7	12	+5 ↑
ОАО «Навашинский завод стройматериалов»	Нижегородская обл.	8	6	-2 ↓
ОАО «Глубокинский кирпичный завод»	Ростовская обл.	9	17	+8 ↑
ОАО «Силикатный завод №1»	Нижегородская обл.	10	11	+1 ↑

Источник: оценка «ГС-Эксперт»

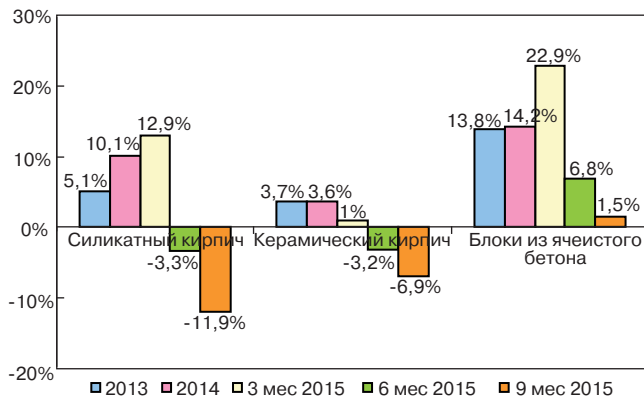


Рис. 3. Темпы роста производства штучных стеновых материалов
Источник: Росстат, оценка «ГС-Эксперт»

характерны для Дальневосточного федерального округа, в Крымском федеральном округе производство данной продукции вообще отсутствует (рис. 4).

Около 30% от общего объема производства силикатных стеновых материалов приходится на долю десяти

крупнейших предприятий. Безусловным лидером в отрасли остается Казанский завод силикатных стеновых материалов. В 2014 г. предприятие произвело свыше 170 млн шт. усл. кирпича товарной продукции. По итогам девяти месяцев 2015 г. в десятку крупнейших производителей вошли сразу несколько заводов. При этом АО «Яснополянские строительные материалы» и ОАО «Глубокинский кирпичный завод» улучшили свои позиции в рейтинге на 5 и 8 позиций соответственно (табл. 1).

Несмотря на общее снижение объемов производства силикатных стеновых материалов в текущем году, в сегменте стеновых и перегородочных блоков падения объемов производства не прогнозируется. За период с 2012 по 2014 г. выпуск этой новой для нашей страны продукции вырос на 78%, до 125 млн шт. усл. кирпича. В товарной структуре производства ее доля за этот период выросла с 2 до 4%. При этом на некоторых предприятиях отрасли доля производства силикатных стеновых и перегородочных блоков превышает 30% от общего объема выпуска товара (рис. 5).

Лидерами рынка по объемам производства стеновых и перегородочных блоков в последние годы являются ОАО «Павловский завод», АО «КСМ» (Поревит) и

Доли ведущих регионов по итогам 9 мес 2015 г.:

Нижегородская обл. – 9%
Ульяновская обл. – 6,4%
Республика Татарстан – 6%
Тюменская обл. – 5,2%
Воронежская обл. – 5,1%
Саратовская обл. – 4,8%
Пензенская обл. – 4%
Брянская обл. – 3,7%
Орловская обл. – 3,4%
Владимирская обл. – 3%



Рис. 4. Региональная структура производства (9 мес 2015 г./2014 г.)
Источник: Росстат, оценка «ГС-Эксперт»

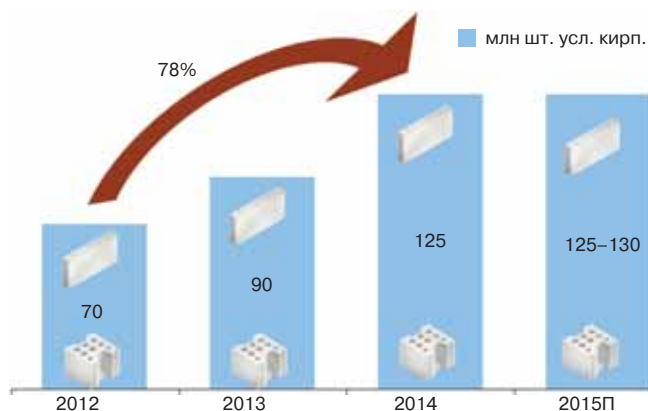


Рис. 5. Производство силикатных стеновых и перегородочных блоков
Источник: оценка «ГС-Эксперт»

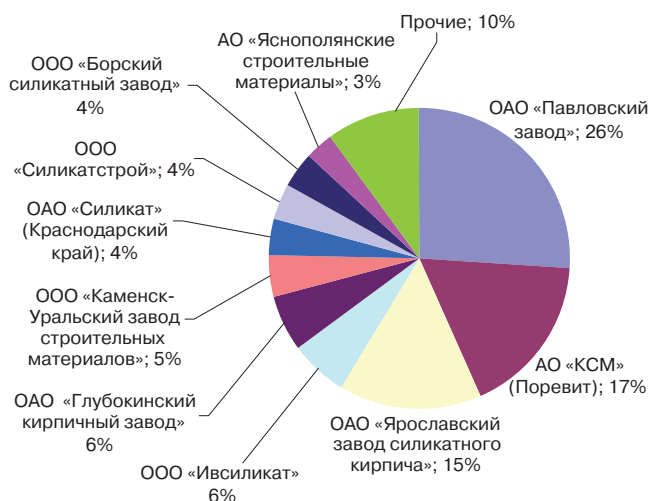


Рис. 6. Доли производителей стеновых и перегородочных блоков
Источник: оценка «ГС-Эксперт»

ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича», на долю которых суммарно приходится почти 60% от общего объема выпуска этой продукции в стране (рис. 6).

В целом в структуре потребления штучных стеновых материалов силикатные стеновые материалы устойчиво занимают 21–22% (рис. 7). В то же время за последние четыре года доля керамического кирпича и блоков сократилась на 8 процентных пунктов до 43% на фоне активного роста доли потребления блоков из ячеистого бетона (газобетон/газосиликат). Во многом это обусловлено изменением структуры применяемых стеновых материалов при строительстве жилых домов. За период с 2012 по 2014 г. доля возводимых кирпичных домов сократилась с 40 до 35% на фоне увеличения доли монолитного и монолитно-каркасного домостроения.

Еще одним важным фактором, обеспечивающим стабильный спрос на силикатные стеновые материалы, является уровень цен на эту продукцию. В 2010–2015 гг. темпы роста цен на силикатный кирпич были существенно ниже темпов роста цен на керамический кирпич (рис. 8), что позволило поддерживать более высокие темпы роста производства и сохранить занимаемую долю рынка. За указанный период разница между средними ценами производителей на силикатный кирпич и керамический кирпич выросла с 12 до 25%.

Как известно, основными сырьевыми материалами для производства силикатных стеновых материалов являются кварцевые пески и известь. Традиционно силикатные заводы строились вблизи месторождений песков, так как именно они являются основным сырьевым

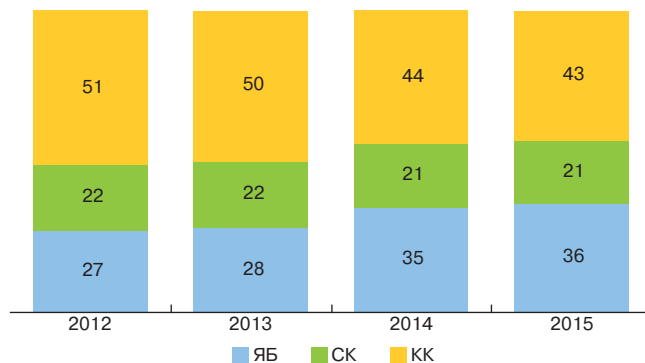


Рис. 7. Рыночные доли штучных стеновых материалов
Источник: оценка «ГС-Эксперт»

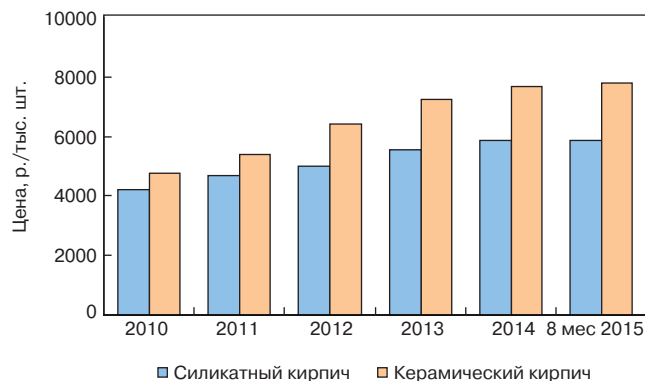


Рис. 8. Средние цены производителей на силикатный и керамический кирпич
Источник: Росстат

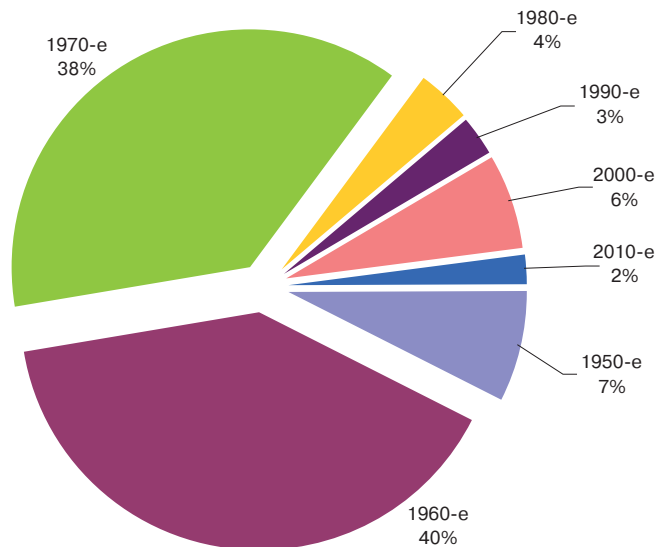


Рис. 9. Распределение известеобжиговых печей по времени ввода в эксплуатацию
Источник: оценка «ГС-Эксперт»

компонентом (около 90%). В настоящее время все месторождения песков для силикатной промышленности отнесены к категории общераспространенных полезных ископаемых и учитываются региональными балансами запасов совместно со строительными песками. Всего в настоящее время, по оценкам «ГС-Эксперт», учитывается свыше 800 месторождений песков, в том числе около 400 из них отнесены к категории разрабатываемых. Все действующие в стране силикатные заводы обеспечены собственной сырьевой базой песков для производства силикатных изделий. Средний уровень обеспеченности запасами при проектной мощности по

добыче сырья превышает 25 лет. Однако в связи с тем, что разрабатываемые предприятиями отрасли месторождения представлены, как правило, песками с низким модулем крупности, ряд заводов для обеспечения полифракционности сырья дополнительно закупает фракционированные пески с более высоким модулем крупности.

В вопросе обеспечения предприятий отрасли известью все не так однозначно. По состоянию на 2015 г. в отрасли имеется 92 печи обжига извести суммарной мощностью около 2,6 млн т в год. При этом часть печей не работает, средняя загрузка имеющихся мощностей в 2014 г. составила порядка 30%. Большинство печей введено в эксплуатацию в 60–70-х гг. XX в. (рис. 9) и имеет высокий моральный и физический износ.

В настоящее время самостоятельно известь производят только 36 силикатных заводов, еще два предприятия входят в состав холдингов, в структуре которых имеются известковые заводы. В целом в отрасли наблюдается устойчивая тенденция к переходу от собственного производства извести к приобретению товарной продукции, произведенной на специализированных известковых заводах. Так, если в 2000 г. около 68% произведенного в стране силикатного кирпича было выпущено на основе извести собственного производства, то в 2015 г. доля такой продукции составит менее 50%.

Очевидно, что в среднесрочной перспективе будет наблюдаться дальнейшее сокращение числа силикатных заводов, самостоятельно производящих известь. Этому будут способствовать:

- высокий физический и моральный износ имеющегося у силикатных заводов оборудования, необходимость значительных инвестиций в модернизацию;
- рост объемов производства товарной извести, ввод новых производственных мощностей;
- рост требований к уровню выбросов в окружающую среду.



Специализируется на проведении маркетинговых исследований и мониторинге рынков в области строительных материалов и минерального сырья в России и ряде стран СНГ.

Осуществляет постоянный мониторинг и всесторонний анализ текущей ситуации и основных тенденций на рынках исследуемой продукции, включая анализ данных о ее производстве и потреблении, экспортно-импортных поставках, сырьевой базе, состоянии ведущих участников рынка, а также законодательства, касающегося этих отраслей.

Предлагаем готовые аналитические обзоры рынков, проведение исследований по вашим индивидуальным заказам, а также услуги по мониторингу цен и объемов поставок продукции (внутренние поставки и анализ ВЭД) на ежемесячной или ежеквартальной основе.

Выполнены работы по:

- минеральному сырью: гипсовому камню, полевоому шпату, различным видам глин, стекольным и формовочным пескам, карбонатным породам (доломиту, мелу, известняку), кварцу, бентониту, волластониту, диатомиту и др.;
- строительным материалам: цементу, извести, гипсу, листовому стеклу, щебню, гравиям, теплоизоляционным и кровельным материалам, архитектурному профилю из алюминиевых сплавов и ПВХ, кирпичу, ячеистому бетону и др.

125047, Москва

1-й Тверской-Ямской пер., д. 18, оф. 230

Тел: (499) 250-48-74, (916) 507-83-77

Факс: (499) 250-48-74

www.gs-expert.ru E-mail: info@gs-expert.ru

Реклама

Пигменты для строительных материалов

- ПИГМЕНТ КРАСНЫЙ ЖЕЛЕЗООКИСНЫЙ
- ПИГМЕНТ ОРАНЖЕВЫЙ ЖЕЛЕЗООКИСНЫЙ
- ПИГМЕНТ ЖЕЛТЫЙ ЖЕЛЕЗООКИСНЫЙ
- ПИГМЕНТ ЗЕЛЕНЫЙ ЖЕЛЕЗООКИСНЫЙ
- ПИГМЕНТ ЗЕЛЕНЫЙ ФТАЛОЦИАНИНОВЫЙ
- ПИГМЕНТ ГОЛУБОЙ ФТАЛОЦИАНИНОВЫЙ
- ПИГМЕНТ СИНИЙ 1001
- ПИГМЕНТ ЧЕРНЫЙ ЖЕЛЕЗООКИСНЫЙ
- ПИГМЕНТ ЧЕРНЫЙ УГЛЕРОД ТЕХНИЧЕСКИЙ
- ПИГМЕНТ КОРИЧНЕВЫЙ ЖЕЛЕЗООКИСНЫЙ

ЗАО "НПФ Технохим" а также ДВУОКИСЬ ТИТАНА

тел: +7(495) 783-2914, 783-2910
e-mail: pigment@technohim.ru
www.technohim.ru

каждый охотник желает знать где сидит чуткий кролик

Качественные пигменты для строительных материалов

ООО «Центр Оптимальных Технологий» – крупнейший оптовый поставщик, занимающий лидирующие позиции в сфере реализации химической продукции украинских производителей на территории Российской Федерации. В настоящее время компания является официальным дилером заводов «Сумыхимпром» (Украина) и «Титановые Инвестиции», ранее называвшийся «Крымский титан» (Республика Крым), и занимается поставками диоксида титана, желтого железоксидного пигмента Ж-1 и красного железоксидного пигмента.

ПАО «Сумыхимпром» – крупнейшее химическое предприятие Украины, которое динамично развивается и расширяет марочный ассортимент готовой продукции – новые марки пигментного диоксида титана и железоксидных пигментов. В современной экономической ситуации возникает необходимость организации новых химических производств, сырьем для которых являются промышленные отходы других предприятий.

В настоящее время на ПАО «Сумыхимпром» выпускается около 3600 т желтого железоксидного пигмента в год марки Ж-1 (по ТУ У 24.1-05766356-073:2011). Для улучшения качества готовой продукции на предприятии проведена реконструкция производства желтых железоксидных пигментов. Современная технология позволяет получать пигмент Ж-1, по качеству и стабильности цвета соответствующий европейскому уровню. Это связано с постепенным расширением производства желтого железоксидного пигмента аммиачным способом (большинство компаний используют устаревший способ получения желтого железоксидного пигмента с применением обрезки жести), которое позволяет максимально использовать отход производства пигментного диоксида титана – семиводный железный купорос ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

ПАО «Сумыхимпром» обладает уникальным сырьем – семиводным железным купоросом. Одновременно с выпуском пигментов компания решает важную экологическую задачу – утилизирует отходы производства пигментного диоксида титана, и технологическую задачу – получает готовый продукт с улучшенными цветовыми характеристиками.

Сейчас ПАО «Сумыхимпром» готово предложить своим потребителям фасовку готового продукта в мешки с логотипом и водорастворимые мешки, которые укладываются на поддон по 850 кг, а также в биг-беги по 350 кг. Транспортировка готового продукта осуществляется железнодорожным или автомобильным транспортом. В результате реконструкции увеличена суммарная загрузка автомашин с 11 до 17 т, что в значительной мере положительно сказывается на снижении затрат на транспортировку.

Желтый железоксидный пигмент ПАО «Сумыхимпром» успешно применяется как в производстве лакокрасочных материалов, бумажной продукции, так и в производстве строительных материалов.

ООО «Титановые Инвестиции» выпускает диоксид титана и красный железоксидный пигмент. Годовой объем производства пигмента составляет 5000 т/г.

Красный железоксидный пигмент применяется в основном:

- в лакокрасочной промышленности для производства красок всех типов, эксплуатируемых как внутри помещений, так и для наружных работ, нитролаковых, клеевых, фасадных и художественных;
- в строительной отрасли как пигмент (краситель) для объемного окрашивания тротуарной плитки, бетона и силикатного кирпича.

Красный железоксидный пигмент обладает высокими пигментными свойствами, отличается высокой укрывистостью и красящей способностью. Свето-, атмосферо- и щелочестойкость красного железоксидного пигмента очень велика. Он растворяется в минеральных кислотах и нерастворим в уксус-

ной кислоте. КЖО стоек к действию света, солей, слабых кислот и щелочей, непрозрачен для ультрафиолетовых лучей и придает красочной пленке значительную механическую прочность и непроницаемость для влаги. Особенно следует отметить высокую атмосферостойкость и термостойкость пигмента.

Красный пигмент применяется для получения грунтовок, эмалей и красок на основе любых пленкообразователей. Используется для окрашивания резины, пластмасс, линолеума, древесно-стружечных материалов. Цвет КЖО пигмента в зависимости от размера частиц изменяется от оранжево-красного до пурпурного.

Центр
Оптимальных
Технологий

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
ЖЕЛЕЗООКИСНЫХ ПИГМЕНТОВ

АФ «Титановые инвестиции»

ТІТАН

ПАО «Сумыхимпром»

Сп

8 (495) 234-17-01
www.cotm.ru

КОМПОЗИТ-ЭКСПО

17-19 февраля 2016
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»,
павильон 1, залы 1 и 2



Девятая международная специализированная выставка

Основные разделы выставки:

- Сырье для производства композитных материалов, компоненты, наполнители и модификаторы
- Стеклопластик (пластик, армированный стекловолокном), углепластик (пластик, армированный углеродным волокном), графитопластик, базальтопластик, базальтовые волокна, древесно-полимерный композит (ДПК), искусственный камень, искусственный мрамор, металлокомпозиты, нанокомпозиты, биокompозиты и т.д.
- Полуфабрикаты (препреги)
- Инженерные пластики
- Промышленные (готовые) изделия из композитных материалов
- Оборудование и технологическая оснастка для производства композитных материалов
- Инструмент для обработки композитных материалов
- Измерительное и испытательное оборудование

Специальный раздел выставки:
КЛЕИ И ГЕРМЕТИКИ



Информационная поддержка:



Параллельно проводится выставка:
ПОЛИУРЕТАНЭКС

Дирекция:
Выставочная Компания «Мир-Экспо»
115230, Россия, Москва, Хлебозаводский проезд, дом 7, строение 10, офис 507
Тел.: 8 495 988-1620 | E-mail: info@composite-expo.ru | Сайт: www.composite-expo.ru

You Tube youtube.com/user/compoexporusia **Twitter** @compoexporus

Организаторы:





**7-9
сентября
2016 г.**

**Республика Адыгея
г. Майкоп**

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

**Телефон:
+7 8-916-501-36-56**

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

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

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

Тематика конференции:

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

Генеральный информационный спонсор: журнал **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Сервисная служба ЛАСКО Теперь и в России

LASCO UMFORMTECHNIK
WERKZEUGMASCHINENFABRIK



Владельцы прессов и оборудования компании «Ласко Умформтехник ГмбХ» уже давно испытывали потребность в сервисной службе на территории Российской Федерации и странах СНГ. После проведения анализа возможного места дислокации был выбран город с древней историей – Владимир, расположенный в 180 км от Москвы.

Компания ООО «Ласко Умформтехник Сервис» начала свою деятельность с 25 августа 2015 г.

Спектр услуг компании включает:

- поставку запасных частей;
- ремонт действующих прессов (автоматика, электроника);
- пусконаладку и ввод в эксплуатацию новых прессов;
- поставку комплектующих (инструменты, изнашивающиеся детали);
- техническую поддержку при выборе нового оснащения;
- консультации по технологическим вопросам;
- анализ сырья (песок, известняк);
- прохождение таможенного оформления и организацию транспортировки до Владимира или до места назначения.



Оплата услуг для клиентов в России осуществляется в рублях.

Таким образом, компания Ласко наметила пути развития для долгосрочного сотрудничества в области индустрии строительных материалов в Российской Федерации.

Идеи компании Ласко не ограничиваются кирпичом



С момента выхода на рынок в 1990 г. прессы фирмы LASCO серьезно изменили технологию силикатного кирпича. Они позволили достичь новых рубежей качества и рентабельности в производстве силикатных блоков любого размера. Компания добились больших успехов, однако не намерена почитать на лаврах. Сейчас стоят задачи, выходящие за рамки простого производства силикатного кирпича. Компанией разработаны технологические решения и концепции для производства силикатного кирпича любого размера и стеновых элементов, технологии поточного производства и новые методы резки блоков, а также более рациональные способы перемещения блоков на стройплощадке. У компании Ласко одна с заказчиками цель – повышение спроса на силикатный кирпич на рынке строительных материалов.

Пожалуйста, свяжитесь с нами. Мы верим в наш общий успех!

ООО «Ласко Умформтехник Сервис»

Юридический адрес: 600009, г. Владимир, ул. Электроставская, д. 5, кор. 8

Офис: 600007, г. Владимир, ул. Электроставская, д. 1, оф. 19

Телефон: +7 (4922) 47-93-14 Моб. тел.: +7-910-182-11-20

E-mail: rainer.scheler@lasco-russia.ru www.lasco-russia.com

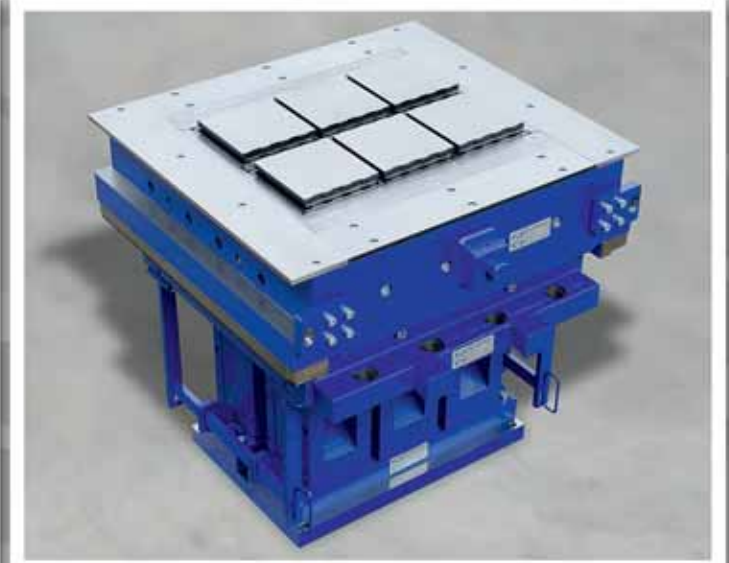
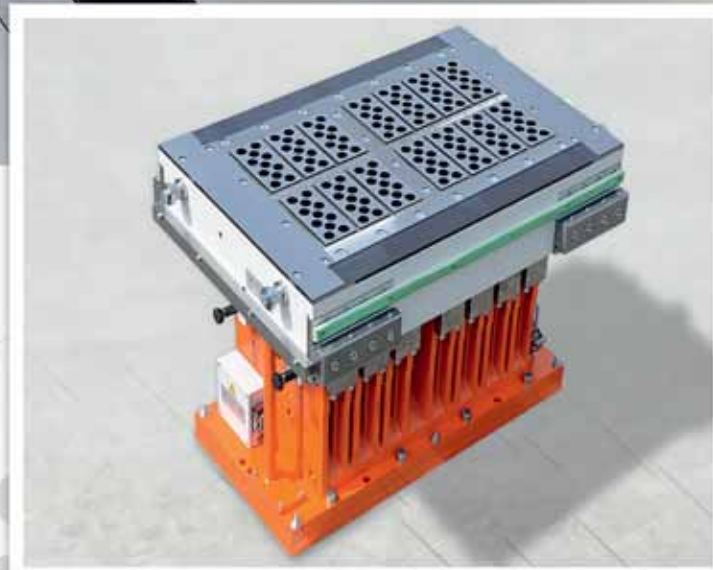


PRÄZI

PRÄZI GROUP



> ПРЭТСИ – ВАШ ПАРТНЁР В СФЕРЕ БИЗНЕСА ПО ПРОИЗВОДСТВУ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА



> www.praezi.de

PRÄZI-FLACHSTAHL AG

Claasstraße 1

48351 Everswinkel, Germany

Tel. +49 (0) 25 82 76 - 134

Fax +49 (0) 25 82 76 - 158

E-mail kalksandstein@praezi.de

> НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР – ГАРАНТИЯ ВАШЕГО УСПЕХА



Диверсификация производства силикатного кирпича и извести путем внедрения карбонатной технологии

Для многих предприятий, связанных с переработкой карбонатных пород (добыча известняка, обжиг известняка на известь, производство щебня), достаточно остро стоит вопрос утилизации отходов производства. Более 25 лет компания «Канон» занимается разработкой и производством оборудования для выпуска строительных материалов методом полусухого прессования. Одной из наиболее перспективных разработок предприятия является технология производства строительных материалов из карбонатного сырья (отсевов известняковых карьеров) на известковом вяжущем. Изделия формируются методом полусухого прессования с последующим твердением при ускоренной карбонизации, т. е. соединении гидроксида кальция с углекислотой.

Такая технология нашла воплощение в разработанном технологическом процессе, при котором производство кирпича происходит в несколько этапов.

Первый этап – подготовка пресс-массы. В него входит дозирование, смешивание, измельчение, увлажнение инертных компонентов, а также гашение и активация извести. Известь выступает в качестве вяжущего. Красителями могут быть любые пигменты, используемые для окрашивания бетонов, а также цветные горные породы, включая



Рис. 1. Пресс А300-3М. Производительность 900 шт./ч; усилие прессования 300 т; тип прессования – двухстороннее, встречное; максимальный размер изделия 382×250×88 мм



Рис. 2. Манипулятор-пакетировщик МПК-6. Максимальный вес переносимого груза 2 т; усилие сжатия 6 т; максимальный размер переносимой стопки 1038×768×950 мм

глину (ориентировочный состав для кирпича М150 пустотностью 30%: известь – 9%, наполнитель – 91%).

Второй этап – формование. Готовая масса поступает на участок прессования, где при давлении около 300 кг/см² формируется изделие.

На третьем этапе происходит ускоренная карбонизация. Отформованные изделия подаются в камеру карбонизации, куда также попадает газ, содержащий повышенное количество СО₂. В камере карбонизации при температуре около 60°С происходит соединение гидроксида кальция и углекислого газа (известь карбонизируется) с получением карбоната кальция (известняка), а изделие приобретает высокие эксплуатационные характеристики.

Предлагаемая технология ускоренной карбонизации разработана ООО «Канон» по инициативе и с участием д-ра техн. наук Н.В. Любомирского (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского). Данная технология является инновацией, хотя сама по себе ускоренная карбонизация отформованных методом вибропрессования изделий применялась в 50-е гг. XX в. в СССР как минимум на трех заводах.

Рассмотрим возможности применения технологии на заводах, производящих известь, и на заводах, производящих силикатный кирпич.

Внедрение карбонатной технологии в рамках диверсификации производства силикатного кирпича решает следующие задачи:

- снижение себестоимости за счет исключения из технологического процесса автоклавной обработки;
- повышение качества выпускаемой продукции;
- расширение номенклатуры выпускаемой продукции;
- применение более дешевых, доступных и разнообразных сырьевых материалов.

Для производителей силикатного кирпича существует несколько уровней модернизации, которые можно рассматривать и как этапы постепенного развития.



Рис. 3. Карбонатный кирпич различных форм и пустотности

Первый уровень модернизации предполагает, что весь технологический процесс, включая доставку кирпича-сырца в автоклав, остается без изменений, а модернизация включает лишь переоборудование всех или части автоклавов в камеры карбонизации с подводом к ним дымовых газов из печи обжига извести или из котельной. Карбонизация изделий в камере занимает от 3 до 6 ч. В результате подобной модернизации исключаются энергозатраты на автоклавирование кирпича, появляется возможность использования более широкого перечня пигментов, происходит снижение выбросов CO_2 в атмосферу.

Второй уровень модернизации связан с полной или частичной заменой оборудования участка прессования, который формируется из следующих узлов:

- для предприятий, планирующих производить до 10 млн шт. карбонатного кирпича в год предлагаются прессы полусухого прессования А300-3М (рис. 1) и манипуляторы-укладчики «Канон-15» (рис. 2);

- для предприятий, планирующих производить 15 млн и более шт. карбонатного кирпича в год предназначен автоматический прессовый комплекс «Патриот» производительностью до 4 тыс. шт. кирпича в час. Этот этап обеспечивает повышение качества изделий и расширение номенклатуры за счет более широких технологических возможностей гидравлических прессов и оснастки (рис. 3).

Новый прессовый комплекс «Патриот» обладает уникальным технологическими возможностями. На нем можно производить как обычный кирпич, так и изделия типа «лего-кирпич», тротуарную плитку и кирпич с фасками на всех гранях.

Третий уровень модернизации – это полная или частичная замена (возможна и параллельная установка) оборудования для изготовления пресс-массы. Этот этап позволяет дополнительно получить ряд преимуществ:

- снижение энергоемкости подготовки пресс-массы;
- возможность существенного расширения перечня используемых инертных материалов (отсевов практиче-

ски любых горных пород, промышленных отходов, шлаков, зол, шламов и др.);

- возможность использования инертных материалов с естественной окраской для снижения затрат на окрашивание изделий. Наиболее экономичные результаты получаются при использовании цветных известняков, мрамора и других пород с большим содержанием оксида железа и марганца, в том числе отходы обогащения железной руды или сама руда. В процессе карбонизации и эксплуатации практически любые красящие материалы сохраняют свои свойства;
- повышение практически всех эксплуатационных и декоративных характеристик благодаря новой технологии подготовки сырья (рис. 4).

Производителям извести предлагается поставка полностью или частично автоматизированной линии для выпуска высококачественного карбонатного кирпича, в технологии производства которого используется основной продукт завода – известь, а также отходы производства – углекислота, содержащаяся в дымовых газах.

В качестве инертного материала лучше всего использовать отсев известняка или мрамора. Это дает возможность не только наладить производство качественного строительного материала, но и утилизировать отсеvy камнедробления, имеющие ограниченное применение, отходы производства извести (голыш), а также снизить выброс CO_2 , повысив экологичность производства.

Предложенные схемы позволяют частично и поэтапно проводить модернизацию, не останавливая действующее производство, а компактность оборудования позволяет реализовывать компоновочные решения на существующих производственных площадях заказчика.

Универсальность предложения состоит в том, что на предлагаемом оборудовании можно выпускать также и кирпич на цементном вяжущем, а универсальные прессы А300-3М и «Патриот» позволяют работать и с силикатной массой, производя кирпич различной пустотности высокого качества.

Работа с нашей компанией, как правило, начинается с изготовления тестовых образцов кирпича на нашем оборудовании и из сырья заказчика бесплатно. Благодаря короткому технологическому циклу изготовление опытных образцов производится в присутствии заказчика. Следующим этапом является разработка технологического регламента, определение перечня и характеристик необходимого оборудования.

В настоящее время компанией разработано и серийно выпускается оборудование для автоматизированных линий производительностью от 6 до 30 млн шт. усл. кирпича в год. Для производителей силикатного кирпича и извести предлагается проектирование и производство оборудования исходя из технологических и экономических задач заказчика.

Л.С. Никишов,
коммерческий директор ООО «КАНОН»



Рис. 4. Карбонатный кирпич. Марка 200; пустотность 40%; водопоглощение 7,5%; морозостойкость более 100

ООО «Канон»

Республика Крым, Ялта, Дарсановский пер., д. 17
Тел.: +7 (985) 740-73-25 +7 (978) 03-888-06
www.pskrk.ru www.canonpress.ru

УДК 691.316

Г.В. КУЗНЕЦОВА, инженер (kuznetzowa.gal@yandex.ru)

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

Способ прессования силикатного кирпича и метод определения его сырцово́й прочности

Приведены данные по способу прессования (на постель, на ложок) силикатного кирпича на российских заводах. Сырцовая прочность является одним из показателей работы прессового оборудования и качества состава формовочной смеси. Прессовое оборудование зарубежных производителей требует строгого соответствия определенному качеству формовочной смеси и сырьевых компонентов. Даны общие рекомендации по выбору прессового оборудования в зависимости от крупности песка. Рассмотрены методики определения прочности при сжатии кирпича-сырца (сырцовая прочность). Показано, что методики испытания кирпича-сырца, сформованного на постель и на ложок, должны отличаться. Приведены исследования влияния способа формования кирпича-сырца на величину сырцово́й прочности и методику испытания.

Ключевые слова: силикатный кирпич, кирпич-сырец, пресс, сырцовая прочность, формовочная смесь.

G.V. KUZNETSOVA, Engineer (kuznetzowa.gal@yandex.ru)

Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, Kazan, Russian Federation)

Method for Pressing of Silicate Brick and Method for Defining Its Raw Strength

Data on the method for pressing (bed of brick, stretcher) of silicate brick at Russian silicate brick factories are presented. Raw strength is one of the indicators of press equipment operation and quality of molding sand composition. Press equipment of foreign producers requires strict compliance with a particular quality of the molding sand and raw components. General recommendation on selecting the press equipment and dependence on the coarseness of sand are made. Methods for the determination of strength at adobe brick compression (raw strength) are considered. It is shown that the methods of testing of adobe brick molded as bed of brick and as stretcher should be different. Studies of the influence of the method for adobe brick molding on the value of raw strength and the testing methodology are presented.

Keywords: silicate brick, adobe brick, press, raw strength, molding mix.

В России первые заводы по производству силикатного кирпича начали строить в 1890 г. В конце XIX в. в стране уже работало пять заводов. К 1930 г. построено более 20 заводов мощностью до 40 млн шт. усл. кирпича в год каждый. В 1950-х гг. запущено еще 40 заводов годовой мощностью 60 млн шт. усл. кирпича. Более 20 заводов мощностью 120 млн шт. усл. кирпича построено в 1960-х гг., затем производительность вводимых заводов выросла до 200 млн шт. усл. кирпича в год [1]. В настоящее время в России действует не менее 75 предприятий, выпускающих силикатные стеновые материалы (без учета малых предприятий, микропредприятий и индивидуальных предпринимателей) [2].

Большинство предприятий силикатного кирпича, построенных по типовым проектам, оснащено револьверными прессами. На револьверных прессах кирпич производится в положении на постель. Для съема и укладки кирпича-сырца на вагонетки автоматом-укладчиком без появления дефектов установлена сырцовая прочность, которая должна быть не ниже 0,35–0,5 МПа согласно методике испытания [3]. Временная инструкция РОСОРГТЕХСТРОМ в 1973 г. определила методику испытания кирпича-сырца методом постель на постель. При переходе на выпуск пустотелой продукции НИПИ силикатобетон внес уточнения: для формования пустотелой продукции пригодна смесь, позволяющая получить сырцовую прочность не менее 1 МПа при испытании одного кирпича на постель. Пригодность формовочной смеси проверялась сырцовой и автоклавной прочностью. Сначала исходили из требования получения достаточно прочного сырца, а затем уже получения силикатного кирпича требуемой прочности и эксплуатационной стойкости.

Л.М. Хавкин установил, что для сырцово́й прочности 0,35–0,5 МПа марки кирпича 200 и морозостойкости 50 необходимо содержание в силикатной смеси 18–19% известково-кремнеземистого вяжущего без указания его состава и природы происхождения песка (овражный или

намывной). Для определения состава силикатной смеси, обеспечивающего заданную прочность сырца, предлагалось составить и приготовить смеси с содержанием вяжущего 10, 15, 20 и 25%. Затем необходимо отформовать образцы, определить сырцовую и автоклавную прочность и по результатам построить графики зависимости автоклавной прочности от отношения вяжущего к воде и сырцовой прочности от содержания вяжущего в смеси [3]. Условием для получения оптимального состава гидросиликатов кальция является минимальный расход извести, составляющий 4–5%, что подтверждает технология получения плотного силикатного вибрированного бетона. Для получения силикатного кирпича с отличным внешним видом необходимо большее количество вяжущего. Как известно, бездефектный съем кирпича с пресса, установка его на вагонетку и транспортировка сырца в автоклав обеспечивается при высокой сырцовой прочности. Содержание извести в формовочной смеси для силикатного кирпича обычно составляет 9–12% по прямой технологии и 7–9% в смеси с известково-кремнеземистым вяжущим.

Исследования зависимости содержания активных СаО+MgO в смеси от содержания активных СаО+MgO в вяжущем привели к расчетной формуле состава сме-

Требования к сырцовой прочности силикатных изделий

Наименование сырца	Сырцовая прочность $R_{сж}^{сыр}$ по методике, МПа	
	два кирпича постель на постель $R_{сж}^{сыр}$	один кирпич на постель $R_{сж}^{сыр}$
Полнотелый кирпич	0,35–0,4	0,6–0,7
Лицевой кирпич	не менее 0,5	0,8
Пустотелый кирпич	$1,25 \cdot R_{сж}^{сыр}$	1
Пустотелые камни	$1,5 \cdot R_{сж}^{сыр}$	



Рис. 1. Прессование кирпича на постель



Рис. 2. Прессование кирпича на ложковую грань

си [4]. С учетом данной зависимости, клеящих свойств извести (меловая или кальциевая) и наличия дисперсной составляющей в песке можно обеспечить требуемую сырцовую прочность.

При прессовании одинарного кирпича на постель на револьверных прессах с усилием прессования 20 МПа сырцовая прочность обеспечивается даже выше требуемой. Однако при переводе револьверных прессов на производство утолщенного кирпича сырцовая прочность становится особо важным показателем, определяющим качество внешнего вида.

Расширение номенклатуры силикатных изделий, таких как пустотелый кирпич для высотных зданий с несущими стенами, камень пустотелый, блоки стеновые и перегородочные, изменяет и требования к сырцовой прочности в зависимости от вида прессуемых изделий (см. таблицу).

В 70-е гг. XX в. в СССР было построено 20 заводов по технологии, разработанной в ПНР, годовой мощностью 100 млн шт. усл. кирпича, оборудованных прессами марки РА-550. Такие прессы способны формовать одинарный полнотелый и утолщенный кирпич и пустотелые камни размером $250 \times 120 \times 138$ мм. Время прессования на данном типе прессов составляло 2,2 с, и они обеспечивали хорошее качество продукции и часовую производительность до 5 тыс. шт. усл. кирпича. Однако вопрос испытания сырцовой прочности утолщенного кирпича с прессов РА-550 оставался открытым, так как прессование производилось на ложковую грань. Данный вопрос остается актуальным для заводов с работающими по настоящее время прессами РА-550 и вновь приобретаемым оборудованием с прессованием на ребро.

В настоящее время силикатная промышленность подошла к такому рубежу, когда необходима замена устаревшего прессового оборудования на современное, обеспечивающее выполнение новых требований к качеству внешнего вида изделий.

В настоящее время на рынке оборудования для производства силикатных изделий наилучшие комплексные решения представлены зарубежными производителями, такими как Ласко Умформтехник ГмбХ (Германия), Маза ГмбХ (Германия), ВКБ Системс ГмбХ (Германия), Хаянь Групп (Китай), Драгон энд Стронг Машинери К° Лтд. (Китай), ООО «Инвест-Технология» и др. За последние пять лет на территорию Таможенного союза было поставлено около 50 единиц прессового оборудования для силикатной отрасли [5]. Появление гидравлических прессов нового поколения с электронным управлением обеспечивает экономически выгодное производство изделий различных размеров. Оптимальное регулирование процесса прессования благодаря возможности корректировки параметров уплотнения гарантирует высокое качество производимых изделий.

В Германии технология предполагает получение плотной прессованной упаковки за счет улучшенного зернового состава наполнителя. В Китае технология производства кирпича основана на использовании золы – однородного мелкозернистого сырья. Здесь учитывают мелкодисперсную систему и содержание кремнезема. Обязательной добавкой в такой технологии является кварцевый песок.

Российские производители в зависимости от качества своего сырьевого песка выбирают доступное прессовое оборудование. Оборудование с гидравлическим



Рис. 3. Проверка прочности кирпича-сырца по смятию ребра

прессующим механизмом позволяет в достаточных пределах варьировать характер и время прессования.

На револьверных прессах типа СМ-816, СМ-152 и прессах фирм Ласко, МАЗА, ВКБ-Системс, «Инвест-Технология» кирпич формируется в положении на постель, характер приложения усилия – одно- и двухстороннее.

Прессование кирпича на прессах РА-550, Хаянь Групп, Драгон энд Стронг, ДЕИИ Хевай Индуриал происходит на ложковую грань, характер приложения усилия двухсторонний.

В основном отечественными заводами используется песок с модулем крупности $M_{кр}=0,1-1,6$ [6]. При работе на тонких и мелких песках надо учитывать характеристики используемого прессового оборудования. Как отмечалось [7], на прессах, реализующих пресс-формование в один цикл, добиться высокого качества кирпича из-за запрессовки воздуха крайне трудно по причине значительного удлинения времени периода подъема давления. Прессы китайской фирмы Хаянь Групп с двухсторонним и ступенчатым прессованием особенно актуальны для заводов, работающих на тонком песке и производящих только кирпич. Для формования больших элементов с использованием составных песочных смесей из песка с большим модулем крупности используют прессы фирм Ласко, МАЗА, ВКБ-Системс.

На практике случались ситуации, когда продавцы прессов при установке их на производстве требовали полностью поменять сырьевой песок как не соответствующий стандартам производителя пресса. Однако впоследствии сырцовая прочность спрессованного кирпича-сырца доказала обратное.

Разное положение формования кирпича-сырца потребовало и изменения методики испытания. К сожалению, инструкция на испытание сырца устарела и требует обновления. При испытании образцов, состоящих из двух целых утолщенных сырцовых изделий, спрессованных на постель, предел прочности при сжатии определяется как прочность для мелкозернистого бетона, которую следует вычислять при испытаниях на сжатие для каждого образца по формуле:

$$R = \alpha \frac{F}{A},$$

где для силикатного образца при испытании утолщенного кирпича методом постель на постель $\alpha=1,2$. За базовый образец согласно ГОСТ 10180–90 при всех видах испытаний принимается образец с размером рабочего сечения 150×150 мм. При этом прикладываемая нагрузка со стороны испытательного пресса прикладывается перпендикулярно слоям. При испытании кирпича-сырца, сформованного на ребро или на ложок, по методике постель на постель показатели сырцовой прочности получаются менее требуемых при очевидности наличия хо-

рошей прочности, которую можно проверить путем надавливания на ребро кирпича-сырца. На кирпиче недостаточной прочности ребро сминается (рис. 3).

В данном случае реальные испытания противоречат методике испытания образцов на сжатие в том, что нагрузка должна прилагаться перпендикулярно слоям. При способе формования на ложок испытания получают параллельно слоям, что и приводит к расслоению образца. Для соблюдения методики испытания положение образцов было изменено (рис. 4). Образцы были поставлены на ложковую сторону два кирпича рядом.

Расчетная площадь равна площади приложения нагрузки:

$$S = b \cdot L \cdot n,$$

где b – размер ложковой стороны утолщенного кирпича; L – длина постельной стороны утолщенного кирпича; n – количество испытываемых одновременно образцов, равное двум.

В этом положении образцов соблюдаются условия проведения испытаний. Для высоты образца, равной 120 мм, масштабный коэффициент интерполировали и получили равным 0,95. Результаты сравнили с испытаниями по методике постель на постель (рис. 4).

Как видно на рис. 4, результаты по разным методикам существенно отличаются. Серия испытаний дает возможность вывести коэффициент перевода между двумя этими методами испытаний.

В результате преобразования получаем коэффициент для испытания утолщенного кирпича-сырца, спрессованного на ложковую сторону, по методике постель на постель, равный 2.



Рис. 4. Испытание кирпича-сырца, спрессованного на ребро в положении прессования

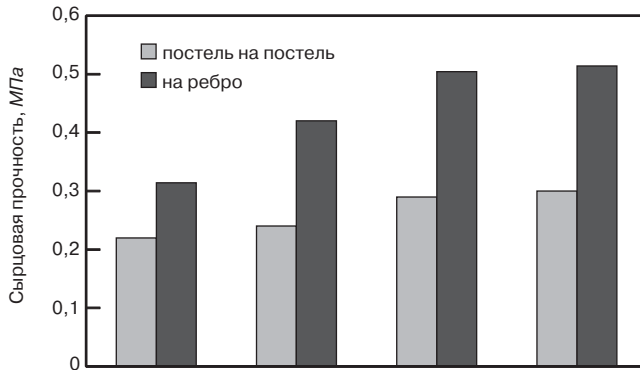


Рис. 4. Влияние методик испытания кирпича-сырца на результат

На основании проведенных исследований можно сделать ряд выводов:

$$\kappa = \frac{\sum R_{\text{постель}}}{\sum R_{\text{ребро}}} = 0,599,$$

где $R_{\text{сж постель}} = \frac{P_{\text{постель}}}{S} \cdot 1,2$; $R_{\text{сж ребро}} = \frac{P_{\text{ребро}}}{S} \cdot 0,95$;

P – разрушающая нагрузка; S – площадь образца;

$$\kappa = \frac{\sum (P_{\text{постель}}/S) \cdot 1,2}{\sum (P_{\text{ребро}}/S) \cdot 0,95} = 0,599;$$

$$\kappa = \frac{\sum 0,22+0,24+0,29+0,3}{\sum 0,315+0,42+0,504+0,514} = 0,599;$$

$$P_{\text{ребро}} \cdot 0,95/S = \frac{P_{\text{постель}} \cdot 1,2}{S \cdot 0,599} = \frac{P_{\text{постель}} \cdot 2}{S};$$

$$P_{\text{ребро}} \cdot 0,95/S_p = P_{\text{постель}} \cdot 2/S_{п.}$$

Инструкция испытания сырцовой прочности силикатного кирпича, разработанная ВНИИСТРОМ в 1985 г., требует обновления. Определение прочности кирпича-сырца, спрессованного на ложковую сторону, необходимо производить на двух кирпичах в положении на ложок.

В расчете результатов сырцовой прочности кирпича, спрессованного на ложок, принимать коэффициент, равный 0,95. Испытание кирпича сырца, спрессованного на ложковую сторону, предлагается производить по утвержденной методике кирпич на кирпич или два кирпича постель на постель, но в расчете результатов принимать коэффициент $\alpha=2$.

Список литературы

1. Хвостенков С.И. Развитие производства силикатного кирпича в России // *Строительные материалы*. 2007. № 10. С. 4–8.
2. Пономарев И.Г. Российский рынок силикатного кирпича // *Строительные материалы*. 2009. № 12. С. 4–11.
3. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Эколит. 2011. 384 с.
4. Кузнецова Г.В. Оптимизация расчетов составов известково-песчаной смеси для формования силикатного кирпича // *Строительные материалы*. 2011. № 9. С. 20–23.
5. Сулима-Грудзинский А.В. Некоторые актуальные вопросы в области оборудования для производства силикатных изделий // *Строительные материалы*. 2015. № 3. С. 53–62.
6. Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н. Проблемы замены традиционной технологии силикатного кирпича с

приготовлением известково-кремнеземистого вяжущего на прямую технологию // *Строительные материалы*. 2013. № 9. С. 14–18.

7. Шмитко Е.И. Процессы пресс-формования и их влияние на качество кирпича-сырца // *Строительные материалы*. 2015. № 10. С. 5–7.

References

1. Khvostenkov S.I. Development of production of silica brick in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2007. No. 10, pp. 4–8. (In Russian).
2. Ponomarev I.G. The Russian market of sand-lime brick. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2009. No. 12, pp. 4–11. (In Russian).
3. Khavkin L.M. *Tekhnologiya silikatnogo kirpicha* [Technology of sand-lime brick]. Moscow: Ekolite. 2011. 384 p.
4. Kuznetsova G.V. Optimization of calculating the composition of lime-sand mixture to form a silicate brick. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 9, pp. 20–23. (In Russian).
5. Sulima-Grudzinskii A.V. Some topical issues in the field of equipment for the production of silicate products. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 3, 53–62 pp. (In Russian).
6. Kuznetsova G.V., Morozova N.N. Problems replace conventional technology with the preparation of a silicate brick lime-silica binder on the line technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 9, pp. 14–18. (In Russian).
7. Shmit'ko E.I. Problems replace conventional technology with the preparation of a silicate brick lime-silica binder on the line technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 10, pp. 5–7. (In Russian).

В.И. Корнеев, П.В. Зозуля

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ

СОСТАВ, СВОЙСТВА

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. 320 с.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах.

Приведены основные определения и классификации сухих смесей. Охарактеризованы составляющие: вяжущие, заполнители, наполнители, функциональные добавки. Показана методика проектирования составов. Описаны основные группы ССС, их состав и свойства. В приложении даны основные применяемые термины и определения, наиболее употребляемые единицы измерения, перечень российских и зарубежных стандартов и др.

Допущено учебно-методическим объединением в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Стоимость одного экземпляра 900 р. без учета доставки

По вопросам приобретения книги обращаться по тел./факсу: (499) 976-22-08, 976-20-36

E-mail: mail@rifsm.ru

В.А. ВОЙТОВИЧ, канд. техн. наук, И.Н. ХРЯПЧЕНКОВА, канд техн. наук (irina-xr@mail.ru)

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65)

Роль нанотехнологий в повышении качества и долговечности кирпичной кладки

Рассматривается проблема повышения вибро- и сейсмостойкости кирпичных кладок с использованием методов нанотехнологий. Предложено применять не требующие значительных капитальных затрат способы. Показана эффективность использования самоуплотняющихся цементных смесей, полученных с помощью гиперпластификаторов – поликарбоксилатов, молекулы которых являются наночастицами. Эффективно применение золь-гель технологии при приготовлении кладочных растворов – модифицирование цементно-поливинилацетатных строительных растворов эфирами ортокремниевой кислоты. Предложен способ защиты силикатного кирпича от деструкции во время пожара с помощью интумесцентных красок, в составе которых есть фуллереноподобные наночастицы – фуллероиды. Введение в цементные смеси базальтовой микрофибры в виде волокон с зафиксированным на них наномодификатором эффективно сказывается на прочности кладочных растворов.

Ключевые слова: нанотехнологии, кирпичные кладки, силикатный кирпич, золь-гель технология.

V.A. VOYTOVICH, Candidate of Sciences (Engineering), I.N. KHRYAPCHENKOVA, Candidate of Sciences (Engineering) (irina-xr@mail.ru)
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (65 Ilyinskaya Street, 603950 Nizhny Novgorod, Russian Federation)

The Role of Nano-Technologies in Improving the Quality and Durability of Brick Masonry

An issue of improving the vibro- and earthquake resistance of brick masonries with the use of nano-technologies is considered. It is proposed to use methods which don't require significant capital expenditures. The efficiency of using self-compacting cement mixes obtained with the help of superplasticizers – polycarboxylates, molecules of which are nano-particles, is shown. The use of the sol-gel method when preparing brickwork mortars, modification of cement polyvinyl acetate mortars with esters of orthosilicic acid is very effective. A method for protection of silicate brick against destruction during the fire with the help of intumescent paints, which contain fullerene-like nano-particles – fulleroids, is proposed. Introduction of basalt microfiber in the form of fibers with a nano-modifier fixed on them in cement mixes efficiently affects the strength of masonry mortar.

Keywords: nano-technology, brick masonry, silicate brick, sol-gel technology.

В настоящее время значительный объем строящихся объектов выполняется с использованием мелкоштучных каменных материалов. Для возведения каменных и армокаменных конструкций применяют искусственные и природные каменные материалы в виде кирпича, камней, мелких и крупных блоков, панелей, а также облицовочные и теплоизоляционные материалы, строительный раствор, бетон и арматуру. Наиболее часто в России используются каменные материалы в виде кирпича. Постоянно возрастающие требования к надежности и долговечности строительных сооружений определяют актуальность вопроса повышения качественного уровня каменной кладки, которая является неоднородным телом, состоящим из камней и швов, заполненных раствором. Специфические условия работы кладки приводят к тому, что даже при сжатии усилие передается неравномерно вследствие местных неровностей и неодинаковой плотности отдельных участков затвердевшего раствора. В результате кладка подвергается не только сжатию, но также растяжению и срезу. Прочность кладки при растяжении и срезе зависит главным образом от сцепления раствора с камнем, на величину которого влияют вид и состав раствора, его прочность и усадка, скорость поглощения камнем воды, чистота поверхности камня, условия твердения раствора в кладке и др. Поэтому при проведении расчетов современные нормативные документы, например пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций к СНиП II-22–81, включают показатели прочности кирпича при испытании на сжатие и продольный изгиб, а для растворной составляющей кладки – прочность при сжатии, адгезионную прочность к кирпичу при отрыве, подвижность и водонепроницаемость. Однако даже в зданиях, эксплуатируемых в нормальных условиях, проявляются факторы, не учитываемые в данных документах, но влияющие на качественные показатели и надежность кладки.

Процессы современной урбанизации существенно влияют на условия работы каменных конструкций зданий и сооружений. До сих пор специалистами не учитываются многие виды воздействий на эксплуатируемые объекты. Одно из них – колебания оснований зданий, порождаемые не только природными землетрясениями, но и техногенными причинами, например движением тяжелых транспортных средств, работой свабойных механизмов и др. Эти колебания медленно, но верно нарушают адгезионную связь в паре кирпич – кладочный раствор, что ускоряет разрушение каменных конструкций. Необходимо отметить, что частота возникновения колебаний и их интенсивность по мере насыщения города техникой возрастают.

Влияние техногенных факторов постоянно возрастает: даже землетрясения теперь становятся рукотворными. Как показали современные исследования, крупные водохранилища создают на территориях, прилегающих к ним, зоны повышенной сейсмичности, которые могут простираются на многокилометровые расстояния. Предположительно из-за московских морей на территории столицы произошло уже несколько землетрясений интенсивностью до четырех баллов. Горьковское море, возможно, стало причиной землетрясения силой в три балла в Нижнем Новгороде. По утверждению специалистов, сейсмичность территорий Москвы и Санкт-Петербурга непрерывно возрастает. Крупнейшее землетрясение, как предполагается, также техногенного характера произошло в Кузбассе летом 2013 г.

В зарубежной строительной практике меры по повышению сейсмостойкости кирпичной кладки разрабатываются уже давно. Так, за рубежом ограничивают применение силикатного кирпича с гладкой поверхностью, предлагают взамен кирпич с рифленой поверхностью или с наличием пазов и пустот, в которых можно сформировать растворный сердечник, а также создать шпоночное соединение в контактной зоне кирпича с раствором [1].

В настоящее время для повышения вибро- и сейсмостойкости кирпичной кладки следовало бы использовать три простых способа, не требующих значительных капитальных затрат. Один из них — смачивание кирпича водными дисперсиями полимеров, размер частиц (глобул) в которых лежит в наноразмерном диапазоне. К числу таких дисперсий относятся производимые ныне в России поливинилацетатные, акрилатстирольные и др. Глобулы полимера из таких дисперсий проникают в тончайшие капилляры и трещины, идущие от поверхности кирпича, склеивая их. Тем самым в заметной степени снижается возможность развития этих трещин в течение вибро- и сейсмоздействия на кладку. Наряду с этим дисперсия, высыхая на поверхности кирпича, образует полимерную пленку, которая служит грунтом для кладочного раствора. Этот грунт обеспечивает более высокую адгезионную прочность соединения между кладочным раствором и кирпичом и в заметной степени демпфирует горизонтальные напряжения, возникающие при вибро- и сейсмоздействиях на кладку за счет снижения модуля упругости зоны контакта. Грунтование кирпича могло бы помочь и в устранении проблемы появления высолов, которая сейчас решается в основном за счет использования гидрофобизаторов [2].

Вторым, более эффективным, но несколько более затратным способом является использование цементно-полимерных композиций — рационально составленных смесей, в которых наряду с традиционными компонентами (цементом, известью, песком) содержится полимер, распределенный в этой смеси либо в виде тонких пленок, пронизывающих минеральную матрицу, либо в виде мелких глобул, равномерно распределенных в кладочном растворе [3]. В том и в другом случае полимерный компонент повышает вибростойкость кладки, адгезионную прочность на границе «раствор — кирпич».

В настоящее время появились рекомендации использовать в качестве кладочных растворов сухие строительные смеси (ССС), которые наряду с цементом и песком содержат полимеры, введенные в виде порошков. Именно полимерные компоненты, суммарное количество которых должно составлять не менее 6 мас. % по отношению к цементу, сделали СССР столь востребованными строительными материалами. Можно априори утверждать, что любая СССР лучше традиционных кладочных растворов с точки зрения вибро- и сейсмостойкости, но наиболее пригодными являются их разновидности, называемые плиточными клеями. К настоящему времени в России появились СССР, в основном импортные, предназначенные специально для склеивания кирпича.

Полимерными компонентами в плиточных клеях чаще всего являются водорастворимые эфиры целлюлозы, эфиры крахмала и редиспергируемый порошок, получаемый распылительной сушкой сополимерной поливинилацетатной дисперсии. Такие полимеры эффективны и при введении в кладочные растворы. К сожалению, все упомянутые полимеры являются для России веществами импортными и дорогостоящими. Предпринимаемые в России попытки наладить производство отечественных аналогов этих полимеров пока остаются безуспешными.

В данной ситуации представляется целесообразным обратить внимание на материалы, которые в бывшем СССР успешно применялись в качестве плиточных клеев. Это цементно-поливинилацетатные строительные растворы (ЦПВА), представляющие собой рационально составленные композиции, содержащие портландцемент, кварцевый песок и дисперсию поливинилацетатную гомополимерную грубодисперсную пластифици-

рованную (ПВАД). Такое название она имеет в соответствии с ГОСТ 18992—80 «Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия». В свое время ПВАД для цементно-полимерных растворов применять почти перестали. Основная причина этого — подверженность полимера поливинилацетата щелочному гидролизу в цементных смесях на основе портландцемента.

Исследования показали, что ЦПВА во многих ситуациях могут с успехом заменять СССР. Эффективность применения этого материала повышается, если ПВАД предварительно модифицировать тетраэтоксиданом или этилсиликатом-32, которые представляют собой полные этиловые эфиры ортокремниевой кислоты. Тетраэтоксидан и этилсиликат-32 под действием воды и извести, образующихся при гидратации цемента, подвергаются гидролитической поликонденсации с образованием наночастиц диоксида кремния, которые упрочняют кладочный раствор. Следует заметить, что щелочной гидролиз поливинилацетата в присутствии тетраэтоксидана или этилсиликата-32 практически сводится к нулю.

Фактически модифицирование ПВАД указанными выше эфирами ортокремниевой кислоты представляет собой золь-гель технологию — один из наиболее эффективных способов получения наночастиц.

Третьим способом повышения сейсмо- и вибростойкости кладочных растворов является использование самоуплотняющихся цементных смесей. Такие смеси самопроизвольно растекаются по поверхности кирпича, сохраняя высокую подвижность в течение заданного времени. Это позволяет снизить отрицательное влияние неполноты контакта между кирпичом и раствором на адгезионную прочность между ними. Устраняется при этом и человеческий фактор (низкая квалификация каменщика, нарушение технологии работ путем введения воды для разжижения раствора и др.). Создание самоуплотняющихся цементных смесей стало возможным благодаря появлению нового вида суперпластификаторов — поликарбоксилатов. Свое действие поликарбоксилаты проявляют на уровне наночастиц [4]. До недавнего времени поликарбоксилатов российского производства не было. Сейчас производятся первые их отечественные представители — «Гиперлит», «Полипласт СП СУБ», «Хидетал ГП-9» и др.

Актуальной проблемой все чаще становится обеспечение устойчивости и соответственно надежности кирпичной кладки во время пожаров, частота и интенсивность которых в последние годы возрастают. Исследования С.В. Федосова и его коллег [5] по изучению влияния пожаров на прочность силикатного кирпича показали, что структурные изменения в силикате кальция начинаются уже при температуре 420°C и приводят к снижению прочности.

Наряду с разрушением кирпича при нагревании происходит и деструкция кладочного раствора. Как известно, уже при достижении температуры 250°C начинается дегидратация минералов, образующих цементную матрицу, что приводит к снижению прочности раствора. При температуре около 600°C начинается диссоциация самих минералов, составляющих цементную матрицу, на оксиды, что дополнительно разупрочняет цементный камень.

При повышении температуры до 575°C кварц (песок) как в кирпиче, так и в кладочном растворе переходит из α -модификации в β -модификацию с увеличением объема, что приводит к возникновению значительных внутренних напряжений.

Наряду с этим аморфная часть цементного камня при нагревании претерпевает усадку, в то время как кристаллические новообразования и негидратирован-

ные зерна цемента – увеличение объема. Наконец, при нагревании возникают напряжения, обусловленные различием в коэффициентах объемного расширения цементной матрицы и заполнителей. Все вышеперечисленные явления разрушают кладку.

В этих обстоятельствах все более востребованными становятся эффективные способы защиты конструкций от действия высокой температуры. К ним можно отнести окрашивание интумесцентными красками, из которых формируются покрытия, способные вспучиваться при пожаре и образовывать слой пены толщиной в несколько сантиметров. Данная пена является негорючей и нетеплопроводной, она защищает окрашенную поверхность от нагревания до критической температуры. В настоящее время эти краски стали широко востребованными.

Ахиллесовой пятой интумесцентных красок является то, что иногда образовавшаяся пена не удерживается на вертикальных поверхностях и отслаивается еще до окончания пожара. Исследователи из Санкт-Петербурга под руководством С.С. Мнацаканова предложили [6] вводить в интумесцентную краску базальтовую микрофибру с закрепленными на волокнах наночастицами фуллеренов. Адгезионная прочность пены за счет такого модифицирования интумесцентных красок заметно возрастает. Интересно отметить, что базальтовая микрофибра, вводимая в цементные смеси, повышает трещиностойкость цементного камня. Следовательно, введение базальтовой микрофибры будет эффективно и для кладочных растворов.

Такой армирующий материал получил название «модифицированная базальтовая микрофибра» и в настоящее время производится в России. Она представляет собой базальтовые волокна длиной 100–500 мкм, диаметром 8–10 мкм. Содержание наномодификатора, зафиксированного на них, составляет 0,01–0,0001% от массы волокна.

Роль нанотехнологий в современном строительном материаловедении становится все более значимой [7]. Что касается повышения надежности и долговечности кладки из силикатного кирпича, то применение для этой цели нанотехнологий – относительно малозатратный и эффективный способ.

Список литературы

1. Krogstad N.V. Shear keys // *Masonry construction*. 2007. July–August. P. 32–35.
2. Бессонов И.В., Баранов В.С., Баранов В.В., Князева В.П., Ельчищева Т.Ф. Причины появления и способы устранения высолов на кирпичных стенах зданий // *Жилищное строительство*. 2014. № 7. С. 39–43.
3. Погосян В.В. Структурно-механические особенности бетонов на основе цементно-полимерного вяжущего // *Промышленное и гражданское строительство*. 2009. № 6. С. 54–55.
4. Хаук Х.-Г. Высокоэффективные суперпластификаторы на базе эфиров поликарбоксилатов. Потенциал применения в современных бетонных технологиях // *Alitinform*. 2010. № 1. С. 78–84.
5. Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Соловьев Р.А., Мурзин Н.В., Тараканов Д.В., Лапшин С.С. Математическая модель развития пожара в системе помещений // *Вестник МГСУ*. 2013. № 4. С. 121–126.
6. Бабкин О.Э., Зыбина О.А., Танклевский Л.Т., Мнацаканов С.С. Диагностика качества нанесения и эффективности коксообразующих огнезащитных покрытий для металлоконструкций // *Промышленные покрытия*. 2014. № 7–8. С. 50–54.

7. Королев Е.В. Нанотехнологии в строительном материаловедении. Анализ состояния и достижений. Пути развития // *Строительные материалы*. 2014. № 11. С. 47–79.

References

1. Krogstad N.V. Shear keys. *Masonry construction*. 2007. July–August, pp. 32–35.
2. Bessonov I.V., Baranov V.S., Baranov V.V., Knyazeva V.P., El'chishcheva T.F. Causes and Remedies of efflorescence on the brick walls of buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2014. No. 7, pp. 39–43. (In Russian).
3. Pogosyan V.V. Structural and mechanical characteristics of concrete on the basis of the cement-polymer binder. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2009. No. 6, pp. 54–44. (In Russian).
4. Khauk Kh.-G. High-performance superplasticizers based on polycarboxylate ethers. Potential applications in modern concrete technology. *Alitinform*. 2010. No. 1, pp. 78–84. (In Russian).
5. Fedosov S.V., Ibragimov A.M., Solov'ev R.A., Murzin N.V., Tarakanov D.V., Lapshin S.S. A mathematical model of development of a fire in the premises. *Vestnik MGSU*. 2013. No. 4, pp. 121–126. (In Russian).
6. Babkin O.E., Zybina O.A., Tanklevskii L.T., Mnatsakanov S.S. Diagnostics application quality and efficiency of gas-flame retardant coatings for steel structures. *Promyshlennye pokrytiya*. 2014. No. 7–8, pp. 50–54. (In Russian).
7. Korolev E.V. Nanotechnology in construction materials. Analysis of the status and achievements. Ways of Development. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 11, pp. 47–79. (In Russian).

НОВОСТИ

Новый завод ССС запускается в Санкт-Петербурге

Строительно-торговый дом «Петрович» открывает в декабре 2015 г. в Санкт-Петербурге собственное производство сухих строительных смесей на цементной основе. В качестве поставщика оборудования для этих целей выбрана машиностроительная компания «Вселуг».

Завод вертикального типа рассчитан на производительность 50 т/ч модифицированных смесей. По проекту компании «Вселуг» предусматривается пять силосов для хранения: вяжущего, мелкодисперсного наполнителя и песка трех фракций. Приготовление смеси происходит в интенсивном смесителе Торнадо 3000К.

Готовая смесь из смесителя подается на фасовку, которая производится фасовочной машиной Аэропресс 4Ух производительностью до 1000 мешков в час. На заводе установлено две таких машины. Для фасовки продукта используются многослойные бумажные клееные мешки с внутренним самозакрывающимся клапаном. Наполненные мешки укладываются на паллету с дальнейшей упаковкой в пленку «стретч худ».

Введение в действие такого производства позволит строительно-торговому дому «Петрович» расширить ассортимент предлагаемых материалов и оптимизировать поставки ССС при сезонном спросе.

По материалам компании «Вселуг»

УДК 666.965

Е.С. ШИНКЕВИЧ, д-р техн. наук (elena_shinkevich@ukr.net),
 Е.С. ЛУЦКИН, канд. техн. наук (lutskin@ukr.net)

Одесская государственная академия строительства и архитектуры (65029, Украина, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 4)

Поризованные композиты безавтоклавного твердения на основе комплексно активированных силикатных сырьевых смесей

Представлена разработка материалов нового поколения на основе комплексно активированной силикатной смеси, которые сочетают в себе ряд уникальных свойств и производятся по литьевой технологии. Переход от автоклавной обработки к тепловлажностной по энергосберегающим режимам обеспечен за счет реализации комплексной активации силикатобетонной смеси, что является одной из технологических особенностей получения данного вида материалов. Обоснованы преимущества и перспективы производства силикатных изделий нового поколения безавтоклавного твердения по энергосберегающим и экологически безопасным технологиям с использованием доступных технологических приемов. Показаны возможности компьютеризации производственных процессов на базе создания программного обеспечения из блоков экспериментально-статистических моделей и разработанных методов для мобильного и качественного подбора составов с высокой степенью достоверности результатов.

Ключевые слова: силикатные изделия безавтоклавного твердения, низкотемпературная поризация, литьевая технология, комплексная активация.

E.S. SHINKEVICH, Doctor of Sciences (Engineering) (elena_shinkevich@ukr.net),
 E.S. LUTSKIN, Candidate of Sciences (Engineering) (lutskin@ukr.net)
 Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture (4, Didrihsona Street, Odessa, 65029, Ukraine)

Porous Composites of Non-Autoclave Hardening on the Basis of Complexly Activated Silicate Raw Mixes

The development of materials of a new generation on the basis of a complexly activated silicate mix, which combine a number of unique properties and are manufactured by the cast technology, is presented. The transition from the autoclave treatment to curing with energy saving regimes is provided due to the realization of complex activation of the silicate-concrete mix that is one of the technological features of producing this kind of material. Advantages and prospects of the manufacture of silicate products of a new generation of non-autoclave hardening with the use of energy saving and environmentally friendly technologies and available technological methods are substantiated. Possibilities of the computerization of production processes on the basis of software creation from the blocks of experimental-statistic models and developed methods for the mobile and qualitative selection of compositions with a high degree of reliability of results are shown.

Keywords: silicate products of non-autoclave hardening, low-temperature porous making, cast technology, complex activation.

Сохранение экосистемы Земли — одна из основных задач человечества. В этих условиях перед технологами и производителями стоят задачи, охватывающие как экономические, так и эколого-технологические аспекты производства строительных материалов. К одному из экологически чистых, качественных, комфортных и востребованных стеновых строительных материалов относятся газосиликатные и силикатные изделия.

Силикатные материалы становятся особенно привлекательными для производителей и потребителей данного вида продукции, так как научные исследования последних десятилетий показали широкий спектр нереализованных потенциальных возможностей, реализация которых позволит снизить себестоимость их производства, сведя к минимуму вредное воздействие на экосистему [1, 2]. Разработка и внедрение новых ресурсосберегающих технологий являются одним из перспективных вариантов решения всегда актуальной задачи конкурентоспособности предприятий.

В работе представлены некоторые аспекты производства силикатных композиционных материалов нового поколения на основе комплексно активированной силикатобетонной смеси, которые сочетают комплекс уникальных свойств и производятся по литьевой технологии с применением современных технологических приемов [3, 4].

По свойствам и комфортности этот материал близок к природным аналогам, таким как туфы, пористые из-

вестняки и их разновидности, которые отличаются морозо-, воздухо- и карбонизационной стойкостью. Изделия характеризуются пониженной плотностью при достаточно высоких значениях прочности, водо-, трещиностойкости и теплоемкости, благодаря которым создаются комфортные условия со стабильным температурным режимом в течение суток.

Актуальность внедрения данных «облегченных» технологических линий, сопутствующих основному производству силикатных изделий, заключается в том, что сегодня наблюдается повсеместный интерес экономически активной части населения к малоэтажным застройкам индивидуального типа. Предлагаемый материал может производиться различной конфигурации и назначения: стеновой, отделочный, облицовочный, архитектурные детали и элементы садово-паркового дизайна, что немаловажно для актуальной сегодня комплексной коттеджной застройки больших территорий.

Технологические особенности производства силикатных композитов безавтоклавного твердения

Традиционно термическая активация компонентов силикатобетонной смеси осуществляется в автоклавах, где в условиях повышенной температуры и давления происходит гидротермальный синтез гидросиликатов кальция (ГСК) — (патент № 14195 от 05.10.1880, В. Михаэлис, Германия).

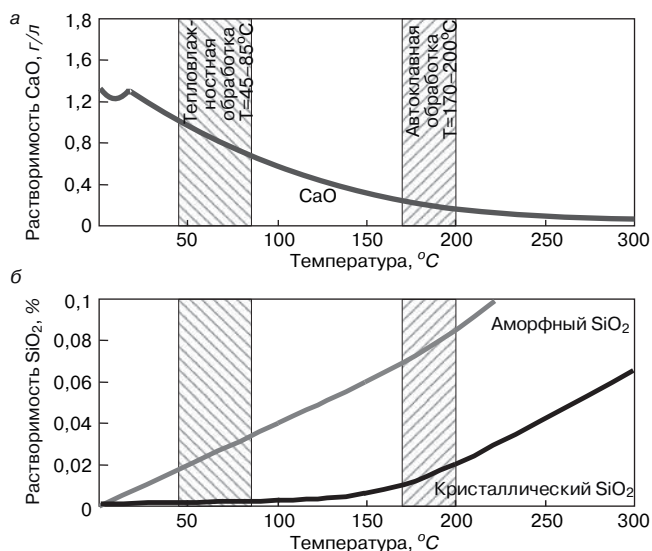


Рис. 1. Изменение растворимости компонентов активированной силикатной смеси под влиянием температуры: извести (а) и кремнеземистых компонентов силикатной смеси (б)

Переход от автоклавной обработки к тепловлажностной по энергосберегающим режимам обеспечен за счет реализации комплексной активации высокоподвижной силикатобетонной смеси, что является одной из технологических особенностей получения данного вида материалов [3, 4].

Гидратация композиционного известково-кремнеземистого вяжущего при температуре $T=85^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении реализуется с использованием в качестве компонентов вяжущего негашеной извести, молотой совместно с кварцевым песком, химически активного аморфно-кристаллического кремнезема с оптимальной площадью удельной поверхности, вводимого взамен части молотого кварцевого песка, и модифицирующих добавок в условиях высоких значений рН показателя смеси.

Технологией предусматривается комплексная активация силикатобетонной смеси, включая мелкозернистый наполнитель, равномерный разогрев смеси в формах на стадии предварительного выдерживания и тепловлажностная обработка (ТВО) при $T=85^{\circ}\text{C}$. Умеренный разогрев смеси в формах обеспечен применением негашеной молотой извести. Регулирование экзопроцесса тепловыделения обеспечено оптимальными водотвердым отношением, содержанием добавок, строгой последовательностью загрузки компонентов, скоростью вращения рабочего органа скоростного смесителя-активатора и временем активации. Также возможно использование поверхностно-активных веществ и комплексных добавок полифункционального действия, микронаполнителей и нанодобавок [1].

Высокие показатели по подвижности и водосодержанию литых мелкозернистых смесей также нивелируют влияние экзотермического эффекта негашеной извести. Температура такой смеси при заливке в формы не превышает $40-60^{\circ}\text{C}$.

В условиях автоклавов осуществляется активация кристаллического кварца, связанная с возрастанием растворимости кремнезема. Одновременно наблюдается тенденция к минимизации содержания известкового компонента в вяжущем, что обусловлено особенностями химической термодинамики извести: с повышением температуры растворимость извести падает (рис. 1, а), хотя скорость растворения увеличивается, а растворимость кремнезема возрастает (рис. 1, б) [5]. В условиях

ТВО при $T=85^{\circ}\text{C}$ аннулируется противоречие, связанное со снижением растворимости извести при увеличении растворимости кварца.

Таким образом, применение автоклавов связано с необходимостью увеличить растворимость кварцевого песка, переводя его из кристаллического состояния в химически активное аморфное состояние. Многочисленные попытки замены кварцевого песка на аморфно-кристаллические породы ранее не увенчались успехом в связи с повышенной их водопотребностью, что приводило к снижению морозостойкости изделий.

Изготовление силикатных неавтоклавных изделий литьевым способом дает возможность весомой замены кварцевого песка на породы, содержащие аморфный и аморфно-кристаллический кремнезем (трепелы, опоки, диатомиты и т. д.). Литьевая технология является одной из эффективных ресурсосберегающих технологий. При изготовлении изделий из высокоподвижных и литых смесей реализуется возможность комплексной активации.

Таким образом, автоклав необходим для того, чтобы обеспечить «жесткий» и достаточно энергоемкий режим активации кварцевого песка. Реализованная возможность замены традиционного «жесткого» режима активации на комплекс «мягких» взаимосвязанных режимов и условий активаций обеспечивает достаточную растворимость извести при высокой растворимости кремнеземистых компонентов.

Технологические приемы комплексной активации

Комплексная активация осуществляется в водной среде скоростных смесителей-активаторов и реализуется в виде последовательного цикла элементарных технологических приемов. Она включает в себя последовательный цикл различных видов и способов активации: механохимическая активация компонентов силикатной смеси, химическая (слабокислотная) — за счет введения аморфно-кристаллического кремнезема, химическая (щелочная) — за счет повышенных значений рН среды, термоактивация за счет экзотермии негашеной молотой извести и термоактивация в условиях ТВО. Каждый из видов активации сопровождается эффектами, которые создают условия для возможности проведения последующего вида активации.

Обширные исследования по активации показывают положительное влияние на свойства различных видов дефектов и дислокаций. Именно термодинамически неустойчивые контакты отличаются высокой прочностью.

Различные виды активации будут обуславливать превалирование того или иного вида деформаций структуры твердой фазы. Отличия будут обусловлены степенью и длительностью внешних и внутренних воздействий.

Известно, что образование дефектов в существенной мере определяет свойства строительных композитов. Общеизвестно, что точечные дефекты играют основополагающую роль в механизмах диффузии и электрокинетических процессах, а линейные дефекты являются основными элементами, определяющими прочность и хрупкое разрушение [6].

Механохимическая активация. При наличии в неорганической твердофазовой системе воды реализуется «метод мягкого механохимического синтеза» и создаются условия для протекания гидротермальных процессов [7]. Механохимическая активация позволяет снизить вязкость известково-кремнеземистого вяжущего в три раза и более [3]. Этот эффект снижения вязкости использован для компенсации повышенной водопотребности смеси за счет введения высокопористо-

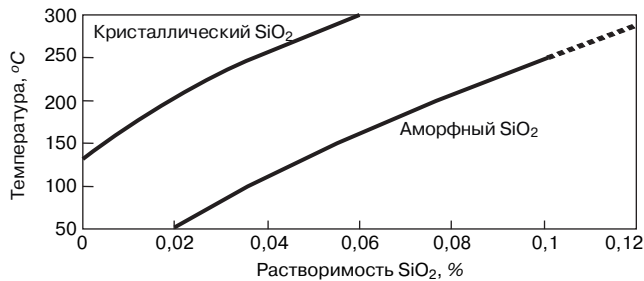


Рис. 2. Влияние температуры на растворимость кремнеземистых компонентов активированной силикатной смеси

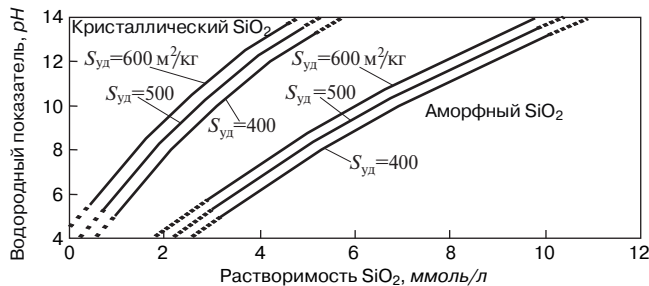


Рис. 3. Влияние значений pH среды смеси с учетом площади удельной поверхности кремнеземистых компонентов активированной силикатной смеси на их растворимость

го аморфно-кристаллического компонента и проведения активации вяжущего совместно с мелкозернистым заполнителем.

Химическая (слабокислотная) активация осуществляется за счет введения высокопористого аморфно-кристаллического компонента. Такой вид активации повышает содержание аморфного растворимого кремнезема в смеси. Замена молотого кварцевого песка в вяжущем пористыми опал-кристаллитовыми породами позволяет повысить водо- и морозостойкость изделий при снижении их плотности более чем на 25%.

Термоактивация за счет экзотермии негашеной молотой совместно с кварцевым песком известки осуществляется на стадии предварительного выдерживания изделий. Основной эффект данного вида активации – повышение прочности силикатных материалов в 15 и более раз по сравнению с материалами на гашеной известке.

Щелочные и щелочесодержащие добавки повышают термодинамическую неустойчивость системы в результате смещения равновесия за счет образования дополнительных дефектов на поверхности кремнеземсодержащих компонентов. Щелочная активация осуществлялась совместным введением добавок щелочи NaOH и жидкого стекла $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$ в активированную известково-кремнеземистую смесь. Интерес к материалам с использованием жидкого стекла определяется их экологической чистотой и биостойкостью.

Как показали результаты исследований, именно совместное введение этих добавок способствует улучшению свойств: условий термической обработки изделий и дополнительному снижению температуры при обеспечении необходимой растворимости кремнезема (рис. 2) за счет повышения щелочности силикатобетонной смеси, которая может регулироваться величиной площади удельной поверхности аморфно-кристаллического кремнезема (рис. 3).

За счет перечисленных способов активации обеспечены условия для создания необходимой растворимости кремнезема при высокой растворимости известки.

Основные свойства и характеристики структуры поризованных композитов

По результатам экспериментов установлены оптимальные режимы активации, составов вяжущего и смеси, а также режимы твердения [3, 4, 7].

Плотность поризованного материала составляет 1250–1450 кг/м³, что на 20–25% ниже плотности матричного материала и на 25–40% ниже плотности автоклавного силикатного бетона. Прочность при сжатии поризованного и матричных материалов одинакова – от 125 до 200 кг/см² и более. Введение наномодифицирующих кремнеземсодержащих добавок повышает прочность при сжатии до 300 кг/см².

Получение силикатных композитов нового поколения обусловило необходимость разностороннего исследования комплекса свойств и параметров структуры. Для разработанных материалов определено более 50 свойств и характеристик структуры, в частности: механические свойства – предел прочности при сжатии $R_{сж}$, предел прочности при растяжении на изгиб $R_{изг}$, микротвердость H , адгезия; параметры механики разрушения – вязкость разрушения (критический коэффициент интенсивности напряжений при нормальном отрыве) k_{Ic} , начальный модуль упругости E , коэффициент Пуассона μ , полная работа разрушения (скорость высвобождения упругой энергии) G_{Ic} , коэффициент деструктивной стойкости $k_{дс}$, коэффициент технологической поврежденности Q ; физические свойства – плотность ρ поризованных композитов и их матрицы, водопоглощение; гидрофизические свойства – водостойкость (коэффициент размягчения) k_p , морозостойкость F , паропроницаемость; теплофизические свойства – теплопроводность (коэффициент теплопроводности) λ , теплоемкость, термическое сопротивление R ; характеристики порового пространства, фазовый и минеральный количественный и качественный составы новообразований.

Под влиянием содержания добавок и их площади удельной поверхности свойства могут регулироваться в широких пределах, что позволяет проводить оптимизацию различных составов с учетом назначения изделий и области их применения.

Полученные материалы характеризуются коэффициентом размягчения больше чем 0,9–1. Коэффициент теплопроводности λ изменяется от 0,2 до 0,5 Вт/(м·К), критический коэффициент интенсивности напряжений при нормальном отрыве k_{Ic} изменяется от 0,8 до 1,6 МПа·м^{0,5}, т. е. эти показатели изменяются более чем в два раза. Максимальные значения критического коэффициента интенсивности напряжений поризованных композитов равны значению k_{Ic} матричного материала, а минимальные значения поризованных композитов в два раза выше значений k_{Ic} матричного материала.

Существенное изменение свойств является результатом изменения параметров структуры. В поризованных композитах с перечисленными добавками по сравнению с композитами без них снижено в 3,5–4 раза соотношение открытых и закрытых пор и в более чем в три раза – относительный средний размер капилляров. Таким образом, модификация перечисленными добавками привела к улучшению свойств, в том числе прочности, теплопроводности, морозо-, водо- и трещиностойкости при снижении его плотности.

На основе математической теории планирования экспериментов оптимизированы составы для получения поризованных композитов безавтоклавно твердения на основе комплексно активированных силикатных сырьевых смесей с высокими показателями качества. По результатам проведенных научных исследований

рассчитано более 100 экспериментально-статистических моделей, которые представляют собой базу данных для компьютеризации производственных процессов. Однако следует учитывать, что эти закономерности носят локальный характер. Эти локальные модели процессов описывают изменение перечисленных выше свойств гранулометрии, соотношения компонентов, условий и режимов получения изделий в достаточно широком диапазоне влияния перечисленных добавок, компонентов, режимов и изменяющихся свойств. По разработанной авторами методике компьютерный подбор оптимальных составов осуществляется с учетом возможных технологических погрешностей и допусков при измельчении компонентов.

Блок этих моделей и разработка программного обеспечения для подбора составов служат базой данных для компьютеризации процесса ежедневной корректировки составов с учетом температурно-влажностных параметров окружающей среды и возможных естественных отклонений в минеральном, химическом и гранулометрическом составе компонентов.

Компьютеризация подбора составов силикатной смеси и технологических режимов обработки изделий позволяет также мобильно переходить от производства одного вида изделий к другому с отличными от предыдущего варианта составами и соответственно эксплуатационными свойствами (с учетом потребностей) либо на выпуск изделий с другими свойствами и назначением с заменой форм для заливки силикатной массы.

Действующие заводы по производству силикатобетонных изделий располагают потенциальными возможностями для их технической модернизации при минимальных капитальных вложениях и достаточно низкой себестоимости продукции, которая удовлетворит интересы потребителей.

Простота и малогабаритность разработанной технологической линии позволят совмещать ее с существующими производственными мощностями на действующих силикатобетонных заводах. Создание на действующих заводах дополнительных малогабаритных новых высокотехнологических линий по выпуску широкой номенклатуры силикатных изделий безавтоклавного твердения, в том числе стеновых, и внедрение таких прогрессивных технологических линий позволит сократить расход удельного топлива на 42–45%, электроэнергии – на 50–60% и энергозатраты, а также отопление зданий из данных материалов на 40–50%.

Полученная в ходе научно-экспериментальных исследований база данных действительна только для конкретных карьеров, сырья и поставщиков. И при изменении основных компонентов смесей, содержания и вида добавок необходимо проведение корректировки базы данных с учетом видов используемого смесителя-активатора и карьеров сырьевых материалов.

Показаны преимущества и перспективы производства силикатных изделий нового поколения безавтоклавного твердения по энергосберегающим и экологически безопасным технологиям с использованием доступных нанотехнологических приемов. Обоснованы возможности компьютеризации производственных процессов на базе создания программного обеспечения из блоков экспериментально-статистических моделей и разработанных методов для мобильного и качественно подбора составов с высокой степенью достоверности результатов.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Чернышов Е.М., Коротких Д.Н. Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технологические платформы // *Строительные материалы*. 2014. № 3. С. 6–14.
 2. Бедарев А.А., Шмитко Е.И. Оптимизация структуры газосиликата с применением мультипараметрической модели // *Строительные материалы*. 2013. № 4. С. 89–93.
 3. Патент на изобретение 64603 А Украина, МКИ 7 С04В28/20. Сырьевая смесь для получения модифицированных силикатных материалов и способ ее приготовления / Шинкевич Е.С., Сидорова Н.В., Луцкин Е.С., Сидоров В.И., Политкин С.И. Заявл. 15.07.2003. Опубл. 16.02.2004. Бюл. № 2.
 4. Шинкевич Е.С., Луцкин Е.С. Технологические особенности производства силикатных изделий неавтоклавного твердения // *Строительные материалы*. 2008. № 11. С. 15–17.
 5. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мchedlov-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, 1986. 407 с.
 6. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур / Пер. с англ. Ю.А. Данилова и В.В. Белого. М.: Мир, 2002. 461 с.
 7. Shinkevich E., Zaytsev Yu., Lutskin E., Bondarenko G., Tymnyak A. Structure durability, deformation properties and fracture mechanics parameters of advanced silicate materials. *Proceeding of 2nd Int. Conf. on Microstructural related Durability of Cementitious Composites*. Amsterdam, Netherlands. 2012, pp. 244–252.
1. Bazhenov Yu.M., Chernyshov E.M., Korotkikh D.N. The construction of modern concrete structures: defining the principles and technological platforms. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 3, pp. 6–14. (In Russian).
 2. Bedarev A.A., Shmitko E.I. Optimization of structure of gas silicate whit using a multiparametric models. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 4. pp. 89–93. (In Russian).
 3. Patent for invention 64603 A Ukraine, MКИ 7 C04B28/20. *Syr'evaya smes' dlya polucheniya modifitsirovannykh silikatnykh materialov i sposob ee prigotovleniya* [The raw mixture for the modified silicate material and a method for it is prepared]. Shinkevich E.S., Sidorova N.V., Lutskin E.S., Sidirov V.I. Politkin S.I. Declared 15.07.2003. Published. 16.02.2004. Bulletin No. 2. (In Russian).
 4. Shinkevich E.S. Lutskin E.S. Technological features of production of silicate articles of non-autoclave hardening. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2008. No. 11, pp. 15–17. (In Russian).
 5. Babushkin V.I., Matveev G.M., Mchedlov-Petrosyan O.P. *Termodinamika silikatov* [Thermodynamics of silicates]. Moscow: Stroiizdat, 1986. 407 p.
 6. Prigozhin I., Kondepudi D. *Sovremennaya termodinamika. Ot teplovykh dvigatelei do dissipativnykh struktur* [Modern Thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures]: Trans. from English Yu.A. Danilova and V.V. Belogo. Moscow: Mir. 2002. 461 p.
 7. Shinkevich E., Zaytsev Yu., Lutskin E., Bondarenko G., Tymnyak A. Structure durability, deformation properties and fracture mechanics parameters of advanced silicate materials. *Proceeding of 2nd Int. Conf. on Microstructural related Durability of Cementitious Composites*. Amsterdam, Netherlands. 2012, pp. 244–252.

УДК 666.9

Е.В. ФОМИНА¹, канд. техн. наук (fomina.katerina@mail.ru),
 Н.П. КУДЕЯРОВА¹, канд. техн. наук (kudeyarova@intbel.ru);
 В.В. ТЮКАВКИНА², канд. техн. наук (vv@chemy.kolasc.net.ru)

¹ Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (308012, Белгород, ул. Костюкова, 46)

² Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук (184209, Мурманская обл., г. Апатиты, Академгородок, 26а)

Активация гидратации композиционного вяжущего на основе техногенного сырья*

Исследовано изменение кинетики гидратации силикатной вяжущей смеси, содержащей белитовую фазу шлака, на начальных этапах твердения методом микрокалориметрии. Установлена низкая гидравлическая активность белитовой фазы шлака при естественных условиях гидратации. Степень и условия предварительного гашения извести оказывают существенное влияние на скорость и интенсивность реакции гидратации известково-шлакового вяжущего. Показана целесообразность повышения реакционной активности сырьевой смеси вяжущего за счет предварительной сульфатной активации извести с возможным ускорением процессов гидратации белитовой фазы шлака. В комплексе применение предложенных методов позволит заменить цемент в составе сырьевой смеси газобетонов на сталеплавильный шлак, регулировать процессы гидратации вяжущего для совмещения структурообразования и газовыделения ячеисто-бетонной смеси при создании высокоэффективных строительных материалов.

Ключевые слова: сталеплавильный шлак, техногенный отход, композиционное вяжущее, гидратация, автоклав, ячеистый бетон.

E.V. FOMINA¹, Candidate of Sciences (Engineering) (fomina.katerina@mail.ru),

N.P. KUDEYAROVA¹, Candidate of Sciences (Engineering) (kudeyarova@intbel.ru);

V.V. TYUKAVKINA², Candidate of Sciences (Engineering) (vv@chemy.kolasc.net.ru)

¹ Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (46, Kostyukov Street, Belgorod, 308012, Russian Federation)

² Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials named after I.V. Tananaev of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences (26a, «Academic Town», Apatity, 184209, Murmansk region, Russian Federation)

Activation of Hydration of a Composite Binder on the Basis of Anthropogenic Raw*

The change in the kinetics of hydration of a silicate binding mix containing the belite phase of slag at the initial stages of hardening with the use of micro-calorimetry method has been studied. The low hydraulic activity of the belite phase of slag under the natural conditions of hydration has been established. The level and conditions of the preliminary lime slaking significantly influence on the velocity and intensity of the hydration reaction of a lime-slag binder. The reasonability of increasing the reaction activity of a raw mix of the binder due to the preliminary sulfate activation of lime with possible acceleration of processes of the hydration of slag belite phase is shown. In the complex, the use of the proposed methods will make it possible to replace the cement in the composition of the raw mix of gas concretes by steel-smelting slag, to regulate the processes of hydration of the binder for combining the structure formation and gas release of cellular concrete mix when developing highly efficient construction materials.

Keywords: steel-smelting slag, anthropogenic waste, composite binder, hydration, autoclave, cellular concrete.

В связи с решением проблем рационального использования природных ресурсов при создании безотходных технологий в строительстве широкое распространение получили техногенные отходы различного генезиса [1–3]. Накоплен положительный опыт эффективного использования сталеплавильных шлаков при сокращении доли клинкерной составляющей в составе композиционных вяжущих [4, 5], также при производстве цементного клинкера [6, 7]. Белитовая фаза в составе шлака является реакционно-активным компонентом сырьевой смеси в условиях гидротермального синтеза [8, 9], и поэтому шлак может быть использован при замене цемента в составе сырьевой смеси газобетонов автоклавного твердения. Для создания высокоэффективных ячеистых изделий автоклавного твердения необходимыми условиями являются достижения соответствия скоростей процессов газовой выделения и нарастания пластично-вязких свойств вспучивающейся массы. Традиционно максимум газовой выделения газобетонной смеси приходится на 15–17 мин [10]. Однако низкая активность белитовой фазы при гидратации вяжущего на начальных этапах твердения является основным фактором замедления гидратации вяжущего, что приводит к формированию некачественной ячеистой структуры сырца. Интенсифи-

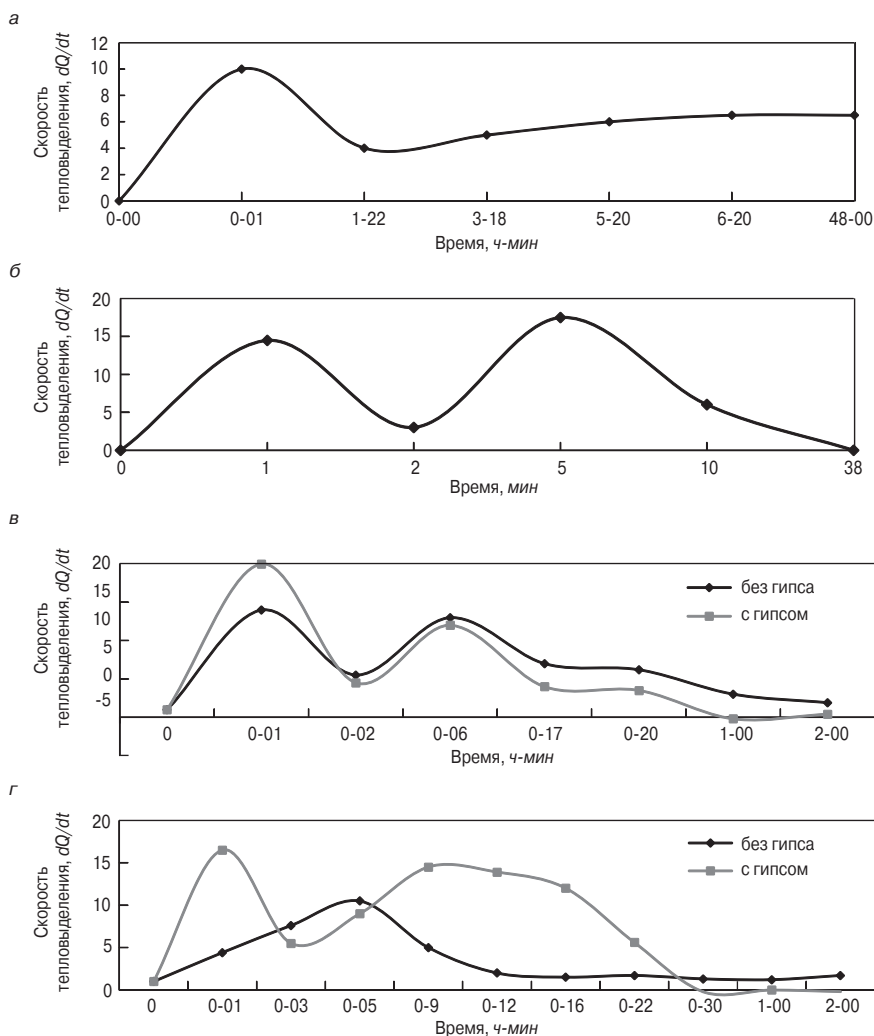
цировать физико-химические процессы гидратации силикатной смеси вяжущего, содержащей белитовую фазу шлака, на начальных этапах твердения возможно за счет сульфатной активации извести. Данный метод основан на предварительном высокотемпературном гашении высокоактивной извести ($A = 86\%$, $B/I = 0,32-0,64$) с добавкой двуводного гипса в количестве от 0,15 мас. %. В этом случае в интервале температуры от 160 до 190°C происходит дегидратация гипса до β -модификации полугидрата, который в насыщенных известковых средах далее не гидратирует, и образуется до 80% высокодисперсных частиц $\text{Ca}(\text{OH})_2$ размером до 30 мкм. Введение данных продуктов гашения в составы ячеистых бетонов оказывает положительное влияние на реологические характеристики и фазообразование при гидротермальном твердении вяжущего [11–14].

В работе применяли сталеплавильный шлак Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК) химического состава (мас. %): $\text{SiO}_2 - 31,2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 5,7$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} - 11,1$; $\text{CaO} - 44$; $\text{MgO} - 8,1$; пр. – 2,2; ППП – 0,8.

По результатам рентгенофазового анализа в составе шлака содержится 38% белитовой составляющей (табл. 1).

* Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках гранта РФФИ № 14-33-50291.

* The work was executed with the financial support within the frame of the grant of the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) № 14-33-50291.



Кинетика тепловыделения: а – шлак; б – известь; в – шлак с неполностью погашенной известью (В/И = 0,32); г – шлак с полностью погашенной известью (В/И = 0,48)

Таблица 1

Наименование	Содержание компонентов, мас. %
$\text{Ca}_2\text{SiH}_2\text{O}_5$	20,42
$\gamma\text{-C}_2\text{S}$	17,65
Окерманит ($2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$)	10,13
Мервинит ($3\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$)	8,26
α -кварц	2,4
Кальцит	4,88
Вюстит (FeO)	25,98
Магнетит ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)	10,26

Таблица 2

Значения	Потери массы при дегидратации $\text{Ca}(\text{OH})_2$, %	
	В/И = 0,32	В/И = 0,48
Теоретическое	21,14	21,14
Практическое	20,66	23,08
Степень гидратации CaO, %	97,74	100

Одновременное содержание белитовых фаз в гидратной форме $\text{Ca}_2\text{SiH}_2\text{O}_5$ и продуктов силикатного распада в виде $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ свидетельствует о неравномерном процессе водного охлаждения шлака. В шлаке присутствует магнезио-содержащая фаза: окерманит, мервинит и незначительное количество кварца в виде α -полиморфной модификации. Содержится оксид железа FeO, Fe_2O_3 в минералах вюстит и магнетита.

Традиционно в производстве автоклавных ячеистых бетонов с плотностью 800 кг/м^3 в качестве вяжущего используется смесь извести и портландцемента при соотношении 1:0,8. В работе производили замену портландцемента на сталеплавиный шлак ОЭМК.

Для приготовления вяжущего применяли двухводный гипс Новомосковского месторождения состава (мас. %): $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 92,91; SO_3 – 43,21; ППП – 19,44. Шлак, гипс измельчали до удельной поверхности $250\text{--}300 \text{ м}^2/\text{кг}$. Известь измельчали до удельной поверхности не ниже $400 \text{ м}^2/\text{кг}$. Активность извести составляла 92,2%, время гашения 3 мин, температура гашения 95°C (по стандартной методике ГОСТ 22688–77).

Для активации силикатной системы с применением шлака проводили сульфатную активацию извести. Известь предварительно гасили с В/И = 0,32 и В/И = 0,48, температура процесса в этом случае достигала 190 и 160°C соответственно. Теплом от гидратации извести воздействовали на дегидратацию двухводного гипса в полугидрат. Концентрация двухводного гипса в смеси составляла 0,15% от массы извести. В данной работе установлено, что в условиях гашения извести при В/И = 0,32 отмечается незавершенность процесса; степень гидратации CaO составляет 97,74%, остальная часть CaO остается в непрореагированном виде (табл. 2). При В/И = 0,48 увеличивается количество химически-адсорбционной связанной воды в извести и потери массы при дегидратации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ составили 23,08%, что выше теоретических значений. Степень гидратации зерен CaO в данном случае составляет 100%.

Изучение кинетики гидратации сырьевой смеси вяжущего с применением шлака в условиях сульфатной активации извести проводили на дифференциальном микрокалориметре, где интенсивность и продолжительность на различных стадиях реакции гидратации вяжущего достаточно полно отражается тепловыми эффектами. Калориметрические измерения тепловыделения композиционного вяжущего проводили на

смесях с предварительно не полностью ($V/I = 0,32$) и полностью ($V/I = 0,48$) погашенной известью без добавки гипса и с добавкой двуводного гипса (сульфатная активация).

Установлено, что структурообразование в системе шлак – вода вследствие низкой гидравлической активности белитовой фазы в естественных условиях твердения длилось более 48 ч проведения эксперимента (рисунок, а).

Процесс гидратации извести складывается из двух этапов. Первый – интенсивное тепловыделение, соответствует периоду поверхностной гидратации частиц. Слой гидроксида кальция на поверхности частиц СаО препятствует диффузии воды в глубь зерна, и процесс гидратации замедляется (рисунок, б). Второй этап – увеличение температуры и высокая растворимость оксида кальция, способствует продолжению химической реакции с более интенсивным ростом температуры и разрушением частиц в тонкодисперсный порошок.

Различная интенсивность тепловыделения известково-шлакового вяжущего указывает на изменения формирования гидратных фаз в смеси при гидратации и зависит от предварительных условий гашения извести (рисунок, в, г).

В случае с не полностью погашенной известью ($V/I = 0,32$) на поверхности непрореагировавших зерен СаО начинается химическая реакция с различной скоростью диффузии ионов в зоне реакции $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и выражается двумя экзотермическими скачками в начале процесса (рисунок, в). Третий экзоэффект в интервале 20 мин может быть отнесен к гидратации белитовой составляющей.

О полноте предварительного гашения извести при $V/I = 0,48$ свидетельствует отсутствие экзоэффекта через 1 мин гидратации известково-шлакового вяжущего (рисунок, г). Максимум экзоэффекта вяжущего приходится на пятую минуту, что связано с медленной гидратацией фаз шлака.

Полуводный гипс, полученный при дегидратации двуводного гипса в процессе гашения извести, более активен, его растворимость примерно в 3,5 раза выше растворимости двуводного, и в совокупности с мелкодисперсными частицами $\text{Ca}(\text{OH})_2$ это изменяет скорость тепловыделения при гидратации композиционного вяжущего во всех исследуемых пробах. В начале процесса находящиеся в растворе ионы SO_4^{2-} оказывают активизирующее действие на гидратацию композиционного вяжущего с увеличением скорости тепловыделения на % (рисунок, в). Величина первого экзоэффекта, приходящаяся на 1 мин при сульфатной активации в двух случаях гашения извести (рисунок, в, г), соответствует кристаллизации гидратных фаз. После одной минуты гидратации наблюдается резкое уменьшение выделения тепла и последующее наступление индукционного периода. Это объясняется образованием пленок гидроксида кальция и гидросульфосиликатов кальция на поверхности еще негидратированных частиц шлака. Этот механизм проходит с разной скоростью в двух различных случаях (рисунок, в, г). Можно предположить, что второй экзоэффект при гидратации смешанных вяжущих с применением сульфатной активации извести связан с интенсификацией процесса гидратации белитовой фазы шлака. Следует отметить об ускорении скорости тепловыделения начиная с 10-й мин гидратации смеси в случае сульфатной активации извести с $V/I = 0,48$, этот процесс носит затяжной характер и полностью заканчивается на 30-й мин гидратации (рисунок, г).

Таким образом, по результатам исследования кинетики тепловыделения оптимальным условиям ги-

дратации вяжущей системы, содержащей белитовую фазу шлака, соответствуют параметры сульфатной активации извести с $V/I = 0,48$, где максимум экзоэффекта находится во временном интервале от 9 до 16 мин и полностью заканчивается через 20 мин, что можно объяснить ускорением процессов гидратации белитовой фазы шлака. В комплексе применение предложенных методов позволит регулировать процессы гидратации композиционного вяжущего и заменить цемент в составе сырьевой смеси на техногенный отход.

Список литературы

1. Шейченко М.С., Карацупа С.В., Яковлев Е.А., Шаповалов Н.Н., Богусевич В.А., Шадский Е.Е. Обогащение как способ повышения эффективности использования техногенного сырья в качестве компонента композиционных вяжущих // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2014. № 1. С. 16–21.
2. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н. Материалы автоклавного твердения с использованием техногенного алюмосиликатного сырья // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 6. Ч. 3. С. 525–529.
3. Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Тикунова И.В., Шекина А.Ю. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 1. С. 439–443.
4. Лесовик В.С., Агеева М.С., Иванов А.В. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2011. № 3. С. 29–32.
5. Шилова И.А. Энергосбережение и повышение качества цементного клинкера с использованием шлако-мелоизвестковой смеси // *Успехи в химии и химической технологии*. 2008. № 7 (87). Т. 22. С. 63–68.
6. Классен В.К., Шилова И.А., Текучева Е.В. Особенности процессов клинкерообразования и гидратации цемента при использовании в качестве сырьевых компонентов сталеплавильных шлаков и частично декарбонизированного мела // *Техника и технология силикатов*. 2007. № 2. С. 2–10.
7. Шилова И.А. Энергосбережение и повышение качества цементного клинкера с использованием шлако-мело-известкового компонента. Дисс... канд. техн. наук. Белгород. 2007. 153 с.
8. Кудеярова Н.П., Гостищева М.А. Гидратационная активность минералов сталеплавильных шлаков в автоклавных условиях // *Строительные материалы*. 2007. № 8. С. 34–35.
9. Гостищева М.А., Кудеярова Н.П. Активизация процессов гидратации белитовой фазы сталеплавильных шлаков в условиях гидротермальной обработки // *Успехи в химии и химической технологии*. 2008. Т. 22. № 7 (87). С. 77–80.
10. Зейфман М.И. Изготовление силикатного кирпича и силикатных ячеистых материалов. М.: Стройиздат, 1990. 184 с.
11. Фомина Е. В., Строкова В.В., Нелюбова В.В., Алтынский Н.И., Бухало А.Б. Регулирование реологических характеристик смеси вяжущего при формировании ячеистой структуры изделий автоклавного твердения // *Строительные материалы*. 2011. № 9. С. 33–35.
12. Фомина Е.В., Строкова В.В., Кудеярова Н.П. Особенности применения предварительно гашеной извести в ячеистых бетонах автоклавного твердения // *Известия вузов. Строительство*. 2013. № 5 (653). С. 29–34.

13. Фомина Е.В., Кудеярова Н.П. Прочность смешанного вяжущего на извести предварительного гашения с добавкой природного гипса // *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки*. 2006. № 6. С. 17–19.
 14. Fomina E.V., Strokova V.V., Kozhukhova M.I. Effect of Previously Slacked Lime on Properties of Autoclave Composite Binders // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 24. No. 11, pp. 1519–1524.
- References**
1. Sheichenko M.S., Karatsupa S.V., Yakovlev E.A., Shapovalov N.N., Bogusevich V.A., Shadsky E.E. Extraction as method of efficiency enhancement of industrial raw application as component in composite binders. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2014. No. 1, pp. 16–21. (In Russian).
 2. Alfimova N.I., Shapovalov N.N. Autoclave materials with using of industrial aluminosilicates. *Fundamental'noe Issledovanie*. 2013. No. 6. Part. 3, pp. 525–529. (In Russian).
 3. Shapovalov N.A., Zagorodnuk L. Kh.Tikunova I.V., Shekina A.Y. Rational ways of application of steelmaking slags. *Fundamental'noe Issledovanie*. 2013. No. 1, pp. 439–443. (In Russian).
 4. Lesovik V.S., Ageeva M.S., Ivanov A.V. Granulated slags in composite binder production. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2011. No. 3, pp. 29–32. (In Russian).
 5. Shilova I.A. Energy saving and quality enhancement of cement clinker by using of slag-chalk-lime mixture. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*. 2008. No. 7 (87). Vol. 22, pp. 63–68. (In Russian).
 6. Klassen V.K., Shilova I.A., Tekucheva E.V. Features of clinker formation processes and cement hydration when using of steelmaking slag and partially decarbonized chalk as raw components. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2007. No. 2, pp. 2–10. (In Russian).
 7. Shilova I.A. Energy saving and quality enhancement of cement clinker by using of slag-chalk-lime component. Cand. Diss. (Engineering). Belgorod. 2007. 153 pp. (In Russian).
 8. Kudeyarova N.P., Gostishcheva M.A. Hydration activity of minerals in steelmaking slags under autoclave treatment. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2007. No. 8, pp. 34–35. (In Russian).
 9. Gostishcheva M.A., Kudeyarova N.P. Activation of hydration process of belite phase in steelmaking slags under hydrothermal treatment. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*. 2008. Vol. 22. No. 7 (87), pp. 77–80. (In Russian).
 10. Zeifman M.I. Izgotovlenie silikatnogo kirpicha i silikatnykh yacheistykh materialov [Production of silicate brick and silicate cellular materials]. Moscow: Stroyisdat. 1990. 184 pp.
 11. Fomina E.V., Strokova V.V., Altynnik N.I., Bukhalo A.B. Regulation of rheological characteristics of binder when formation of cellular structure of autoclave products. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 9, pp. 33–35. (In Russian).
 12. Fomina E.V., Strokova V.V., Kudeyarova N.P. Features of usage of preliminary lime slacking in cellular autoclave concretes. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2013. No. 5 (653), pp. 29–34. (In Russian).
 13. Fomina E.V., Kudeyarova N.P. Strength of blended binder based on preliminary slacked lime and rock gypsum. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazkiy region. Tekhnicheskie nauki*. 2006. No. 6, pp. 17–19. (In Russian).
 14. Fomina E.V., Strokova V.V., Kozhukhova M.I. Effect of Previously Slacked Lime on Properties of Autoclave Composite Binders. *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 24. No. 11, pp. 1519–1524.

НОВОСТИ

Sika открыла в России производство поликарбоксилатных эфиров

Компания Sika, мировой лидер по производству материалов для строительной отрасли и транспортного машиностроения, открыла первый в России завод по производству поликарбоксилатных эфиров. Для самой компании этот завод стал уже четвертым в нашей стране.

В торжественной церемонии открытия приняли участие министр строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации М.А. Мень, директор департамента градостроительной деятельности и архитектуры Минстроя Российской Федерации А.В. Белюченко, министр строительного комплекса Московской области С.А. Пахомов, первый заместитель министра инвестиций и инноваций Московской области В.В. Хромов, глава Sika AG по региону EMEA П. Шулер, региональный менеджер по Восточной Европе и России Sika AG И. Николае, генеральный директор Sika Россия С.Ю. Зюзя и др.

Новое производство будет выпускать ключевое сырье для пластифицирующих добавок в бетон – поликарбоксилатные эфиры. При производстве ПКЭ на данном предприятии будет применяться уникальная технология этерификации, разработанная и запатентованная специалистами концерна Sika. Мощность завода со-

ставляет 12 тыс. т поликарбоксилатных эфиров ежегодно. Предполагается, что этого будет достаточно для производства более чем 50 тыс. т добавок в бетон. Планируемая годовая прибыль завода при максимальной загрузке – порядка 1,5 млрд р.

Выпуск поликарбоксилатов на новом предприятии значительно уменьшит зависимость нашей страны от импорта сырья в таких сегментах рынка, как производство добавок в бетон и интенсификаторов помола цемента. Запуск завода ПКЭ в Лобне позволит компании Sika полностью заместить импорт поликарбоксилатов, а в будущем начать их экспорт в страны ближнего зарубежья.

Особенно следует отметить, что в технологии используется российское сырье (мономеры), отобранное в соответствии со стандартами Sika, что, несомненно, станет еще одним шагом в направлении импортозамещения.

На новом производстве компании Sika используется технология замкнутого цикла, не предусматривающая образования отходов и являющаяся экологически безопасной.

Суммарные инвестиции в разработку и строительство завода составили 200 млн р.

По материалам компании Sika

УДК 331.108:658.562.012.7

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, академик РААСН (fedosov-academic53@mail.ru),
 Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, канд. техн. наук (gruzincevan@mail.ru),
 А.Ю. МАТРОХИН, д-р техн. наук (matrokhin.igta@mail.ru)

Ивановский государственный политехнический университет (153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, 20)

Моделирование условий обеспечения качества продукции предприятия по производству строительных материалов с учетом уровня профессионализма кадрового потенциала*

Проведен количественный анализ влияния уровня профессионализма кадрового потенциала промышленного предприятия по производству строительных материалов на качество производимой продукции. В ходе исследования определены основные составляющие профессионализма работников и установлены соответствующие шкалы для их перевода в количественную форму. С помощью геометрического способа усреднения сформирован обобщенный критерий профессионализма, который может рассматриваться в качестве управляемой независимой переменной. На основе накопленных эмпирических данных получена математическая модель влияния профессионализма работников, оцениваемого по предложенному критерию, на ожидаемый уровень дефектности продукции. Использование данной математической модели позволит работникам кадровых служб предприятий планировать и корректировать кадровый состав работников основного производства строительной продукции по критерию «профессионализм», опираясь на установленные целевые показатели в области качества готовой продукции.

Ключевые слова: предприятия строительного комплекса, качество продукции, критерии профессионализма кадрового потенциала, уровень дефектности продукции.

S.V. FEDOSOV, Doctor of Sciences (Engineering), Academician of RAACS (fedosov-academic53@mail.ru),
 N.A. GRUZINTSEVA, Candidate of Sciences (Engineering) (gruzincevan@mail.ru), A.Yu. MATROKHIN, Doctor of Sciences (Engineering) (matrokhin.igta@mail.ru)
 Ivanovo State Polytechnical University (20, 8 Martha Street, Ivanovo, 153037, Russian Federation)

Simulation of Conditions for Ensuring the Product Quality of Enterprises Manufacturing Building Materials with Due Regard for Level of Professionalism of Staff Potential*

The quantitative analysis of the influence of the professional level of staff potential of enterprise manufacturing building materials on the quality of manufactured products has been made. In the course of the study, main components of workers professionalism have been determined and appropriate scales for their transition into quantitative form have been established. With the help of geometric averaging, a generalized criterion of professionalism, which can be considered as a controlled independent variable, has been formed. On the basis of accumulated empiric data, the mathematical model of the influence of workers professionalism, evaluated according to the proposed criterion, on the expected level of products defectiveness has been obtained. The use of this mathematical model will allow the employees of staff services of enterprises to plan and correct the personnel structure of employees of the main production of building products on the basis of the criterion "professionalism" relying on established target indicators in the field of the quality of ready-made products.

Keywords: building complex enterprises, quality of products, professionalism criteria of staff potential, level of production defectiveness.

Выполнение требований к строительной продукции на производственной стадии ее жизненного цикла является актуальной задачей любого предприятия независимо от его отраслевой принадлежности и уровня технического оснащения. Одной из наиболее распространенных оценок результативности технологических процессов является уровень дефектности, выражаемый отношением объемов выявленной несоответствующей продукции (брака) к общему объему ее выпуска. Одним из основных факторов, который оказывает влияние на снижение уровня дефектности при производстве продукции, является привлечение высококвалифицированных исполнителей и специалистов [1]. Вместе с тем реальные обстоятельства, в которых функционируют предприятия строительного комплекса (дефицит финансовых ресурсов, текучесть кадров и др.), зачастую не дают возможности обеспечивать максимальный уровень компетентности персонала. Речь скорее должна идти о достижении некоторого приемлемого или оптимального уровня профессионализма для достижения поставленных целей в области требуемого уровня качества продукции [2]. В связи с этим возникает необходимость в проведении аналитического исследования для количественного определения взаимосвязи между уровнем

профессионализма и уровнем качества продукции. Рассмотрим вариант решения данной задачи с применением инструментария корреляционно-регрессионного анализа [3].

Производственной базой для эмпирического исследования было выбрано промышленное предприятие, которое с 2009 г. производит геотекстильные материалы (ГТМ), используемые при ремонте и строительстве автомобильных дорог. В качестве объекта исследования были выбраны нетканые полотна из полиэфирных или пропиленовых волокон, изготовленные иглопробивным способом (торговая марка «Дорнит»), а также иглопробивные полотна того же состава с последующим термоскреплением (торговая марка «Дорнит ТС») (ТУ 8397-003-21506643-2003. Геотекстильное иглопробивное полотно Дорнит. Технические условия).

На первом этапе исследования решалась проблема определения ряда численных значений для такого фактора, как «профессионализм», который будет принят в качестве основного аргумента формируемой модели условий обеспечения требуемого уровня качества продукции. Следует отметить, что понятие «профессионализм» [4] может охватывать достаточно большой спектр составляющих и включает в себя: уровень образова-

* Статья подготовлена в рамках выполнения проектной части Госзадания №11.1898.2014/К Минобрнауки России.

* The article was prepared within the frame of the design part of the State Task №11.1898.2014/K of the RF Ministry of Education and Science.

Таблица 1

Условные оценки уровня образования и трудового стажа работников, задействованных в основном производстве ГТМ

Условная оценка q_i , баллы	Уровень образования (q_1) _{abc}	Трудовой стаж (q_2) _{abc}
1	Студенты (неполное образование)	от 1 до 5 лет
2	Начальное профессиональное образование	от 6 до 10 лет
3	Среднее профессиональное образование	от 11 до 15 лет
4	Высшее образование	от 16 до 20 лет

Таблица 2

Результаты определения числовых значений «профессионализма»

Год наблюдения	Уровень образования q_1 , баллы	Трудовой стаж q , баллы	Оценка профессионализма, баллы
2009	3,5	2,82	3,14
2010	3,35	2,82	3,07
2011	4,35	2,58	3,34
2012	4,1	3	3,51
2013	4,15	2,97	3,51
2014	4,15	3,14	3,61
2015	4,3	3,13	3,67

Таблица 3

Результаты исследования целевой функции «уровень брака продукции»

Год наблюдения	Значение уровня дефектности Y_j (%) для торговой марки		Средний уровень дефектности, %
	«Дорнит»	«Дорнит ТС»	
2009	10,81	11,27	11,04
2010	11,37	11,13	11,25
2011	8,97	8,77	8,87
2012	8,32	7,5	7,91
2013	8,8	6,61	7,71
2014	7,57	8,49	8,03
2015	7,12	7,48	7,3

ния; трудовой стаж работников, задействованных в основном производстве; производительность труда; регулярное повышение квалификации; трудовую дисциплину; активность рационализаторских предложений и т. п. Прежде всего необходимо уточнить совокупность перечисленных составляющих и привести ее к ясной числовой форме с помощью классических приемов. Отметим, что для построения адекватной математической модели не рекомендуется объединять весь перечисленный набор составляющих в один критерий, так как это может привести к снижению чувствительности модели в связи со случайным влиянием множества взаимокомпенсирующих величин. Поэтому выделим наиболее значимые составляющие, а именно те, которые лежат в основе профессионализма: трудовой стаж и уровень образования работников, задействованных в основном производстве. Соответственно из дальнейшего анализа предлагается исключить составляющие, которые по отношению к профессионализму являются его следствием (например, производительность труда, количество рационализаторских предложений и т. п.).

На следующем этапе исследования устанавливаем шкалы перевода выбранных составляющих профессионализма «уровень образования» и «трудовой стаж» из качественной характеристики в количественную [5]. Для этого предложена переводная таблица, в которой осуществлено распределение фактического состава работающих сотрудников предприятия по четырем града-

циям (табл. 1). Таким образом, осуществлен перевод двух независимых составляющих из абсолютных величин в условные, удобные для числовой обработки.

Учитывая равную значимость составляющих «уровень образования» и «трудовой стаж», представленных в табл. 2, а также необходимость снижения их взаимной компенсации, применяется геометрический способ усреднения и получается выражение для расчета обобщенной величины «профессионализма»:

$$X_{\text{пр}} = \prod_{i=1}^n q_i^{\alpha_i}, \quad (1)$$

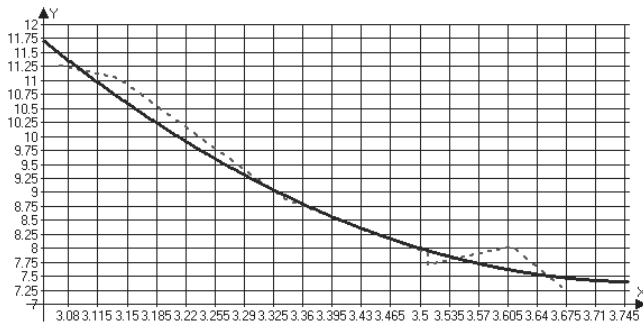
где α_i – коэффициент весомости i -й составляющей; n – количество составляющих ($n = 2$).

Поскольку весомость составляющих принята равной ($\alpha_1 = \alpha_2 = 1/n = 0,5$), выражение для вычисления «профессионализма» (аргумента математической модели) примет вид:

$$X_{\text{пр}} = \sqrt{q_1 q_2}. \quad (2)$$

Преимуществом использования геометрического способа усреднения перед арифметическим и гармоническим способами является то, что полученный результат более чувствителен к изменению значений каждой составляющей [3].

Фактические значения учитываемых составляющих q_1 и q_2 за период с 2009 по 2015 г. определены посредством анализа списочного состава работающих, а имен-



Математическая модель: — линия аппроксимации; - - - фактические значения уровня дефектности геотекстильного материала (ГТМ) «Дорнит» по годам

но как средневзвешенные оценки на основе анкетных данных. Ряд значений обобщенной оценки фактора «профессионализм» (табл. 2) получены с использованием выражения (2).

На следующем этапе для построения математической модели сопоставляли уровень профессионализма с фактическим уровнем брака за анализируемый период. Необходимо отметить, что под браком ГТМ в практическом применении понимают продукцию, не подходящую по отклонениям физико-механических показателей и наличию дефектов внешнего вида (неоднородность, перекосы, складки, загрязнения, дыры и др.), которые возникают в результате неверной настройки оборудования, нарушений технологического процесса производства, использования некачественного исходного сырья [6].

Для определения фактического уровня брака также проведены статистические наблюдения, которые выявили процент возникновения несоответствующей продукции в процессе производства ГТМ, выпускаемых на анализируемом предприятии. Результаты наблюдений приведены в табл. 3.

Список литературы

1. Карпушин Е.С. Взаимосвязь качества труда и профессионализма сотрудников // *Управление персоналом*. 2012. № 8 (<http://www.top-personal.ru/issue.html?1643> дата обращения 11.09.2015).
2. Мазаев Э.В. Разработка метода принятия управленческого решения на базе запрограммированных управленческих решений (на примере управления МСП) // *Экономика и предпринимательство*. 2015. № 4–1 (57–1). С. 950–953.
3. Лысова М.А., Ломакина И.А., Лунькова С.В., Гусев Б.Н. Математические методы в проектировании и оценивании качества текстильных материалов и изделий. Иваново: ИГТА, 2012. 252 с.
4. Гитман Е.К., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Модель планирования ресурсов, синхронизированного производителем и потребителем продукции // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. 2012. № 5. С. 8–12.
5. Федюкин В.К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции. Серия: Учебное пособие. М.: КноРус, 2009. 320 с.
6. Трещалин М.Ю., Киселев М.В., Мухамеджанов Г.К., Трещалина А.В. Проектирование, производство и методы оценки качества нетканых материалов. Кострома: КГТУ, 2012. 360 с.
7. Лемешко Б.Ю., Лемешко С.Б., Горбунова А.А. О применении и мощности критериев проверки однородности дисперсий. Ч. I. Параметрические критерии // *Измерительная техника*. 2010. № 3. С. 10–16.

Дисперсия воспроизводимости оказалась равной 0,48. При этом результаты наблюдений по годам согласно критерию Кочрена можно считать однородными [7]. Дальнейшую обработку результатов наблюдений осуществляли с использованием компьютерной программы Advanced Grapher, где получено уравнение в виде полинома второго порядка (см. рисунок).

Дисперсия неадекватности модели определена эмпирическим данным на уровне 0,11. Таким образом, расчетное значение критерия Фишера для оценки адекватности полученной математической модели составило $F_R=4,32$. Табличное значение (ГОСТ Р 50779.21–2004. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение) критерия $F_T [P_\delta=0,95; f_{\text{воспр}}=7 \cdot (2-1)=7; f_{\text{ад}}=7-3=4]=6,39$. На данном основании можно сделать вывод, что полученная модель адекватна эмпирическим данным и может использоваться в рассматриваемом контексте.

Проведя анализ распределения расчетных данных (см. рисунок), можно сделать вывод, что характер модели имеет следующие особенности: на начальном этапе повышения профессионализма (от 3 до 3,5 баллов) наблюдается значительное снижение уровня дефектности выпускаемой продукции (с 11,5 до 8%), после чего динамика снижения уровня брака замедляется и достигает определенного предела насыщения (около 7,5%), т. е. повышение уровня профессионализма персонала с определенного момента не дает заметного снижения брака в процессе производства, но вместе с тем позволяет удерживать его на определенном уровне.

Вывод. Эмпирическим путем получена модель, использование которой позволит работникам кадровых служб предприятий планировать и корректировать кадровый состав работников основного производства ГТМ по критерию «профессионализм», опираясь на установленные целевые показатели в области качества.

References

1. The Karpushin, E. S. the Relationship between quality of work and professionalism of the staff. *Upravlenie personalom*. 2012. No. 8 (<http://www.top-personal.ru/issue.html?1643>, date of access 11.09.15). (In Russian).
2. Mazaev E. V. development of a method of making management decisions based on programmed management decisions (the case of SMEs). *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2015. No. 4–1 (57–1), pp. 950–953. (In Russian).
3. Lysova M. A., Lomakin I. A., Lunkova S. V., Gusev B. N. Matematicheskie metody v proektirovanii i otsenivanii kachestva tekstil'nykh materialov i izdelii [Mathematical methods in engineering and quality evaluation of textile materials and products]. Ivanovo: IGT. 2012. 252 p.
4. Gitman E. K., Gitman M. B., Stolbov V. Yu., the Model of resource planning, synchronized the producer and the consumer products. *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*. 2012. No. 5, pp. 8–12. (In Russian).
5. Fedyukin V.K. Qualimetry. Measuring the quality of industrial products. Series: Training manual. Moscow: KnoRus. 2009. 320 p.
6. Treshchalina M.Yu., Kiselev M.V., Mukhamedzhanov G.K., Treshchalina A.V. Tremain Design, production methods and quality evaluation of nonwovens. Kostroma: KGTU. 2012. 360 p.
7. Lemesko B. Yu., Lemesko S. B., Gorbunova A. A. About application and power of criteria for testing the homogeneity of variances. Part I. Parametric criteria. *Izmeritel'naya tekhnika*. 2010. No. 3, pp. 10–16. (In Russian).

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

21–24 сентября 2015 г. в Костроме состоялась III Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития лесопромышленного комплекса». Организаторами мероприятия выступили Костромской государственный технологический университет и Региональный координационный совет по современным проблемам лесовоснования. В мероприятии приняли участие более 50 представителей российских вузов, проектных институтов и промышленных предприятий из разных регионов Российской Федерации, Венгрии, Словакии.



Ректор КГТУ д-р техн. наук А.А. Титунин и зав. кафедрой д-р техн. наук С.А. Угрюмов



Проректор по научной работе КГТУ д-р техн. наук А.М. Ибрагимов



Д-р техн. наук В.Е. Цветков



Доклад о 60-летию журнала «Строительные материалы»® сделала научный редактор канд. техн. наук Л.В. Сапачева

Успешное решение вопросов, связанных с применением древесины, ее свойствами, технологией производства продукции, качества полуфабрикатов и готовых изделий, обусловлено строением древесины. Знания особенностей макро- и микростроения древесины помогают понять и объяснить ее свойства и правильно организовать переработку, прогнозировать физические и механические характеристики материалов и эксплуатационные качества готовых изделий. Эти и многие другие задачи решают в своих научных исследованиях ученые вузов лесотехнического профиля России и других стран. Многие из этих ученых являются членами Регионального координационного совета по современным проблемам лесовоснования.

В лесном комплексе, включая воспроизводство и защиту лесов, заготовку и переработку древесины, задействовано около 60 тыс. предприятий, расположенных во всех регионах страны. На предприятиях и в организациях лесного комплекса занято более 1 млн чел. В течение последних десятилетий лесной комплекс с трудом адаптируется к рыночным отношениям. О развитии предприятий лесного комплекса, которое должно идти по инновационной модели, предполагающей масштабное внедрение лучших ресурсосберегающих, экономически эффективных и экологических технологий, рассказал ректор Костромского государственного технологического университета д-р техн. наук А.А. Титунин.

Строению и свойствам древесины и древесных материалов была посвящена большая часть докладов на конференции. Канд. техн. наук Г.А. Горбачева (Московский государственный университет леса) доложила о результатах экспериментального исследования показателей эффекта памяти формы микологически разрушенной древесины. Эффект памяти формы является доминантным признаком древесины как природного умного материала. Полученные значения показателей эффекта памяти формы для нативной и микологически разрушенной древесины относятся к области фундаментального лесовоснования и могут быть использованы при разработке новых нанобиокompозитных материалов на основе древесины.

Директор инновационного центра Западно-Венгерского университета З. Пастори (Венгрия) рассказал об эмиссии оксида углерода при производстве различных типов стеновых конструкций. Каркасные деревянные здания являются наиболее экологичными. Однако, по мнению докладчика, наметившаяся тенденция увеличения доли деревянного домостроения как в Венгрии, так и в России может быть усилена только при поддержке со стороны государства. Следует отметить, что на исследование данной проблемы Евросоюзом было выделено 2 млн евро на 30 месяцев только для одного инновационного центра. Такое финансирование позволяет приобретать высокотехнологичное оборудование, использовать новейшие достижения в сфере исследований и, самое главное, подтверждает заботу государства об экологии и способствует решению глобальной проблемы снижения количества выбросов оксида углерода в атмосферу.

В докладе д-ра техн. наук профессора кафедры общей химии Московского государственного строительного университета Е.Н. Покровской отмечено, что инноваци-



Традиционная фотография участников научно-технической конференции



Канд. техн. наук К.В. Зайцева (КГТУ)



Директор инновационного центра Западно-Венгерского университета З. Пастори



Канд. техн. наук Г.А. Горбачева (Московский государственный университет леса)

онным методом изучения структуры строительных материалов является оценка энергетической составляющей поверхности. Использование энергетических критериев поверхности древесины необходимо для прогнозирования эффективности модификаторов и долговечности создаваемых защитных свойств модифицированной древесины. Известно, что модифицирование древесины фосфорорганическими соединениями увеличивает ее огне- и биозащищенность. В докладе сделан акцент на исследование влияния модификаторов (диметилфосфита, диэтилфосфита, дифенилфосфита, полифосфатов аммония, кремнийорганических соединений) на поверхностный слой древесины и на степень взаимодействия модификатора с подложкой древесины. Использование диметилфосфита позволяет существенно снизить дымообразующую и адсорбционную способность модифицированной древесины.

Приятно отметить, что в работе конференции приняли участие молодые ученые из разных университетов РФ. О комплексной неразрушающей диагностике технических свойств древесины на корню рассказала **Е.М. Цветкова** (Поволжский государственный технический университет, Йошкар-Ола). Она отметила, что в настоящее время искусственное лесовозобновление ориентировано на ускорение получения биомассы, что часто формирует древесину с меньшей плотностью, а следовательно, и с пониженной жесткостью и прочностью. Предложенный комплексный подход позволяет определить технические характеристики образцов разной формы и малого диаметра. Этот неразрушающий метод служит основой для установления и корректировки критериев прогнозирования технического качества привойного и посадочного материала.

В докладе **И.Н. Вариводиной** (ВНИИЛГИСбиотех, Воронеж) показано, что кроме важнейших показателей, характеризующих качество древесины, таких как макроструктура (ширина годичного слоя и доля поздней древесины), плотность и прочность древесины, на роль универсальных могут претендовать и структурные характеристики: длина волокна, толщина клеточных оболочек, химический состав древесины. Недостатками этих показателей являются сложность определения и значительные затраты времени. Исследование древесины разных клонов позволяет установить пригодность для направления дальнейшей переработки.

Большое внимание в исследовательских работах уделено разработке клеевых композиций и древесно-полимерных композиционных материалов. О способах снижения токсичности готовых древесных композиционных материалов говорили представители разных научно-исследовательских организаций: Костромского государственного технологического университета, ВНИИЛГИСбиотех (Воронеж), Военной академии радиационной, химической и биологической защиты им. Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (Кострома). Важным направлением исследований, позволяющим уменьшить токсичность карбамидоформальдегидных смол, является разработка сорбентов формальдегида, способных связывать его вследствие физической сорбции или хемосорбции. Практический интерес представляют сорбенты на основе природных соединений, ресурсы которых огромны. О возможности использования торфа, который обладает более высокой способностью в отношении ионов меди и стронция по сравнению с активированным углем, является экологически безопасным и дешевым сырьем для получения сорбентов формальдегида и ионов тяжелых металлов, рассказал канд. хим. наук **А.В. Свиридов** (Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова).

За время работы конференции было заслушано более 40 докладов, отражающих современный уровень знаний в данных научных направлениях. Наиболее интересные из них рекомендованы программным комитетом для опубликования в журнале «Строительные материалы»®.

Л.В. Сапачева, канд. техн. наук



Д-р техн. наук Е.Н. Покровская (МГСУ)



Канд. техн. наук Т.Н. Вахнина (КГТУ)



Дискуссии и обсуждение докладов



Участники конференции посетили лабораторный комплекс кафедры лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств КГТУ

УДК 622.732

Л.А. ВАЙСБЕРГ¹, д-р техн. наук, член-корр. РАН (gornyi@mtspb.com);
Е.Е. КАМЕНЕВА², канд. техн. наук (elena.kameneva@mail.ru); А.В. СИНИЦЫН³, инженер

¹ НПК «Механобр-техника» (199021, г. Санкт-Петербург, 22-я линия, 3, корп. 5),

² Петрозаводский государственный университет (185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, ГГФ),

³ Горнодобывающая компания Basalt AG (Россия) (185000, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Красная, 49, оф. 507)

Современные методы исследования прочностных характеристик строительных горных пород при производстве щебня*

Рассмотрены методы исследования прочностных свойств строительных горных пород. Выявлены различия методических подходов оценки прочности горных пород в отечественной и зарубежной практике. Отмечено, что в отечественной практике проектирования дробильно-сортировочных комплексов прочность горных пород оценивается по значению предела прочности при сжатии. За рубежом критерием оценки прочности горных пород является сопротивляемость воздействию ударным нагрузкам – стандартизованный метод падающего груза DWT, позволяющий определить удельную энергию разрушения и ударную прочность материала, на основании чего осуществляется моделирование технологии дробления и выбор дробильного оборудования. Указано на необходимость сопоставления результатов испытаний прочностных свойств горных пород, выполненных с применением различных методов и оцениваемых по различным показателям. Приведены результаты исследования различными методами прочности габбро-диабазы одного из промышленно разрабатываемых месторождений Карелии. Выполнена сравнительная оценка результатов, полученных с применением различных методов. По результатам экспериментов выявлены значительные колебания полученных значений как удельной энергии разрушения, так и предела прочности при сжатии. Указано на необходимость испытания значительного количества образцов для получения статистически значимых и достоверных результатов. Выявление неоднородности прочностных свойств горных пород имеет большое значение для оперативного управления процессом дезинтеграции. Обосновано, что для решения этой задачи необходима разработка и стандартизация методик оперативного определения прочности горных пород в заводских лабораториях.

Ключевые слова: эффективность производства, стандартизация, горные породы, методики определения прочности, статистическая достоверность, заводская лаборатория.

L.A. VAISBERG¹, Doctor of Sciences (Engineering) (gornyi@mtspb.com),

E.E. KAMENEVA², Candidate of Sciences (Engineering) (elena.kameneva@mail.ru), A.V. SINITSIN³ Engineer

¹ Mechanobr-Tekhnika Research and Engineering Corporation (3, 22 liniya, V.O., 199106, St. Petersburg, Russian Federation)

² Petrozavodsk State University (33, Lenin Street, Petrozavodsk, 185910, Russian Federation)

³ Mining company Basalt AG (Russian) (49, of. 507, Krasnaja Street, Petrozavodsk, 185000, Russian Federation)

Contemporary Methods for Study of Strength Characteristics of Building Rocks When Producing Crushed Stone*

Methods for the study of strength characteristics of building rocks are considered. The differences of methodic approaches to the evaluation of rock strength in domestic and foreign practice are revealed. It is noted that the domestic practice of design of crushing-and-sorting complexes assesses the strength of rocks according to the value of ultimate compressive strength. Abroad, the criterion of rock strength is a resistance to impact loads – the standardized method of drop weight (DWT), which makes it possible to determine the specific energy of destruction and impact strength of a material on the basis of which the simulation of crushing technology and selection of crushing equipment are executed. The need for comparing results of strength properties tests of rocks which are conducted with the use of different methods and assessed according to different values is indicated. Results of the strength study, using different methods, of gabbro-diorite of one of industrially developed deposits of Karelia are presented. The comparative assessment of results obtained with the use of different methods is made. On the basis of experiments, significant fluctuations in the obtained values both of the specific energy of destruction and ultimate compressive strength are revealed. The need to test a significant number of samples to obtain statistically significant and reliable results is indicated. The identification of heterogeneity in the strength properties of rocks is of great importance for operative control over the process of disintegration. It is substantiated that the solution of this problem requires the development and standardization of techniques for operative determination of strength of rocks in factory laboratories.

Keywords: efficiency of production, standardization, rocks, methods for strength determination, statistical reliability, factory laboratory.

Исследование физико-механических свойств горных пород является базой для обоснования технологической схемы дробления, выбора дробильного оборудования, а также для получения данных о количестве и качестве конечной продукции – щебня по фракциям.

В настоящее время в отечественной практике дезинтеграции оценка горных пород для производства строительного щебня проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 31436–2011 «Породы горные скальные для производства щебня для строительных работ». Горные породы оценивают по петрографической характеристике и физико-механическим свойствам. Результаты испытаний позволяют выполнить предварительную оценку качества конечной продукции – щебня по фракциям.

При проектировании дробильно-сортировочных комплексов типоразмеры оборудования по стадиям определяются требуемой производительностью, крупностью исходного и готового продукта, а также прочностью пород. При этом паспортная производительность корректируется поправочными коэффициентами, имеющими значения от 0,8 до 1,2 для четырех категорий пород: особо прочные (более 250 МПа), прочные (180–250 МПа), средней прочности (60–180 МПа) и низкопрочные (менее 60 МПа).

Согласно установленным требованиям, прочность горных пород оценивается по значению предела прочности при сжатии и показателю дробимости щебня, полученного из данной породы. Прочность породы на со-

* Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», проект № 14.574.21.0108.

* The work was performed with the support of the Federal Target Program «Research and Development in Priority Areas of Scientific and Technical Advance in Russia in 2014–2020», project no. 14.574.21.0108.

Минеральный состав и плотность габбро-диабазы

Содержание минералов, %						Минеральная плотность, г/см ³
Плагиоклаз	Пироксен	Магнетит	Кварц	Хлорит, биотит	Эпидот	
44	49,1	0,5	0,5	4	1,9	2,96–3,02

Таблица 1

Результаты испытания прочностных характеристик габбро-диабазы

Показатели	Значения показателей			Метод испытаний
	Наименьшее	Наибольшее	Среднее	
Предел прочности при сжатии, МПа	287	307	299	Сжатие на гидравлическом прессе
Дробимость щебня по фракциям крупности (потеря массы при испытании), %	5–20 мм	3,2	2,6	Сжатие (раздавливание) пробы щебня в цилиндре
	10–20 мм	2	1,9	
	20–40 мм	2,2	2,45	
Сопротивление щебня ударной нагрузке (потеря массы при испытании), %	3,9	5,5	4,7	Испытание на копре

Таблица 2

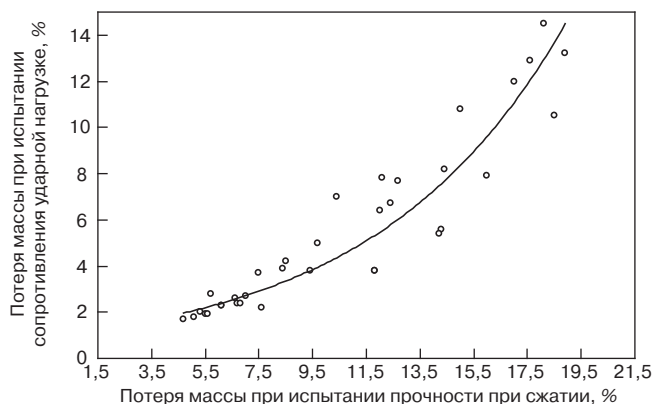


Рис. 1. Взаимосвязь прочности при сжатии (дробимости) и сопротивления удару (щебень фракции 20–40 мм)

противление ударным нагрузкам определяется только для пород, применяемых для производства железнобетонного щебня.

В зарубежной практике критерием оценки прочности горных пород является сопротивляемость воздействию ударным нагрузкам (стандартизованный метод падающего груза DWT, разработанный Центром минералогических исследований им. Крушнитта (Австралия) [1, 2]). Метод позволяет определить удельную энергию разрушения и ударную прочность материала, на основании чего осуществляется моделирование технологии дробления и осуществляется выбор дробильного оборудования.

В последние годы в горнопромышленном комплексе Карелии сложилась практика, согласно которой проектирование технологии дробления осуществляет фирма – производитель оборудования. Выбор оборудования осуществляется на основании результатов исследования физико-механических свойств горных пород, выполненных в российских испытательных лабораториях по отечественным методикам.

Лабораторные испытания щебня, выполненные по отечественным методикам, показали, что способность щебня сопротивляться сжимающей нагрузке (дробимость, оцениваемая по степени разрушения зерен при сжатии в цилиндре) коррелирует с сопротивлением удару (рис. 1).

Поскольку отечественные и зарубежные методики определения прочностных характеристик горных пород

существенно различаются, возникает необходимость сопоставления результатов испытаний прочностных свойств горных пород, выполненных с применением различных методов и оцениваемых по различным показателям.

В настоящей работе приведены результаты исследования прочности габбро-диабазы одного из промышленно разрабатываемых месторождений Карелии, выполненного с применением различных методов. Минеральный состав и минеральная плотность породы приведены в табл. 1.

Предел прочности при сжатии определен по стандартной методике на образцах кубической формы размером 50×50×50 мм, изготовленных из кусков породы, поступающих в дробилку первой стадии. Прочность щебня оценена для фракций крупности 5–20 мм, 10–20 мм, 20–40 мм по степени разрушения зерен при сжатии в цилиндре на гидравлическом прессе в соответствии с требованиями ГОСТ 8269.0–97. На сопротивление ударным нагрузкам испытан щебень крупностью 20–40 мм по ГОСТ 54748–2011. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Анализ экспериментальных данных показывает, что исследуемая проба габбро-диабазы относится к высокопрочным породам, а полученный в результате дробления щебень имеет наивысшую марку по прочности 1400 (потеря массы при испытании не превышает 1,8–2,7%).

Для получения сравнительных данных аналогичные пробы габбро-диабазы были испытаны в трех независимых зарубежных лабораториях по методикам – упрощенным аналогом метода падающего груза DWT, разработанным фирмами Lokomo, Metso Minerals и Sandvik, которые применяются при оперативной оценке прочности строительных горных пород в испытательных лабораториях.

Удельная энергоёмкость дробления (рабочий индекс W_i , кВт·ч/т) определяется путем испытания сопротивляемости образцов пород ударной нагрузке. По значениям показателей рабочего индекса породы относят к легкодробимым ($W_i < 8$ кВт·ч/т), среднедробимым (8–12 кВт·ч/т), сложнедробимым (12–16 кВт·ч/т), очень сложнедробимым (> 16 кВт·ч/т).

Испытания на копре (методика Lokomo). Для испытаний берут десять образцов горных пород размерами 55–75 мм, имеющих как минимум две параллельные грани. Образец помещается в цилиндр копра (рис. 2), подвергается ударам молотка весом 32 кг, при этом высота падения молотка с каждым ударом увеличивается на 10 мм. Удары наносят до разрушения образца. Рабочий индекс дробления рассчитывается по формуле:

$$W_i = \frac{47,6A}{\rho}, \text{ кВт·ч/т,}$$

где A – сопротивление ударной нагрузке, Нм/мм; ρ – средняя плотность породы, г/см³.

Сопротивление ударной нагрузке определяется как:

$$A = \frac{320H}{h}, \text{ Нм/мм,}$$

где H – высота падения бойка, при которой произошло разрушение образца, м; h – толщина образца, мм.

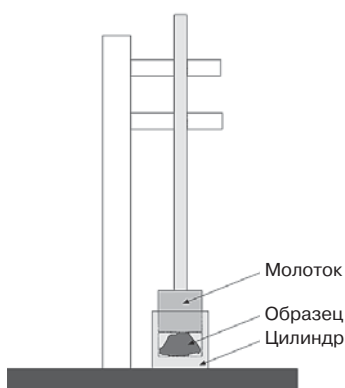


Рис. 2. Копер для определения сопротивления породы ударной нагрузки

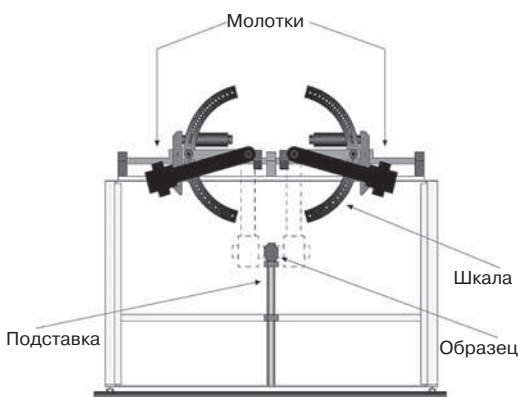


Рис. 3. Двухмолотковый маятниковый копер

$$W_i = 0,0285 \frac{A}{\rho}, \text{ кВт}\cdot\text{ч/т},$$

где A – сопротивление удару; ρ – средняя плотность, г/см³.

Сопротивляемость удару вычисляется как $A = 129,64 (1 - \cos\alpha)$, где α – угол падения молотка. За результат берется среднее значение.

Сравнение результатов испытаний габбро-диабазы приведено в табл. 3.

Полученные результаты позволяют отнести исследуемую пробу габбро-диабазы к категории очень сложнотрещиновой породы, что согласуется с результатами определения предела прочности при сжатии (более 250 МПа – особо прочная порода). Соответственно щебень, полученный при дезинтеграции породы, имеет наивысшую марку по прочности, оцениваемую по сопротивлению как сжимающей нагрузке, так и ударной (табл. 2). Вместе с тем следует обратить внимание на значительные колебания полученных значений как рабочего индекса дробления W_i , так и предела прочности при сжатии.

Если расхождения в значениях рабочего индекса могут быть связаны с условиями эксперимента, формой и размерами исследуемых образцов, то колебания значений предела прочности при сжатии, определяемого на образцах правильной геометрической формы, объясняются только колебаниями минерального состава отдельных образцов в пределах технологической пробы. Это обстоятельство говорит о необходимости испытания значительного количества образцов для получения статистически значимых и достоверных

Таблица 3
Результаты определения рабочего индекса дробления W_i для пробы габбро-диабазы различными методами

Методика испытаний	Рабочий индекс W_i , кВт·ч/т		
	Наименьшее	Наибольшее	Среднее
Lokomo	–	–	17
Metso Minerals	16,4	24,7	20,5
Sandvik	10,4	56,9	30,4

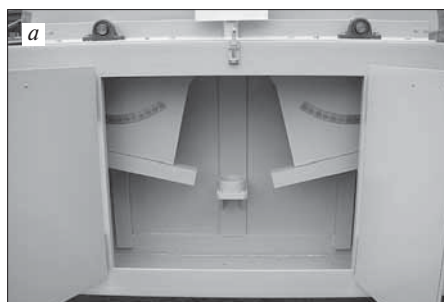


Рис. 4. Установка для испытания на удар (Wi-Tester): а – рабочая зона; б – шкала измерения угла падения

За результат берется среднее значение по десяти параллельным опытам.

Испытание на двухмолотковом маятниковом копере (методика Metso Minerals). Испытуемый образец размером 50–75 мм кубовидной формы устанавливается на специальной подставке между молотками (рис. 3). Масса молотка – 16,93 кг. Молотки поднимают и отпускают одновременно. Высоту поднятия молотков увеличивают до тех пор, пока образец не разрушится. Рабочий индекс дробления рассчитывается как:

$$W_i = \frac{67,8H}{h\rho}, \text{ кВт}\cdot\text{ч/т},$$

где H – высота падения молотков, при которой произошло разрушение образца (показания измерительной шкалы), мм; h – толщина образца; ρ – средняя плотность, г/см³.

За результат берется среднее значение по десяти образцам.

Испытание на ударной установке Wi-Tester (методика Sandvik). Для испытаний отбирают 12 образцов размером от 55 мм до 75 мм максимально кубовидной формы. Образцы устанавливают на подставку прибора (рис. 4) и измеряют зазор между молотками. Молотки разводят до угла падения 30° и затем одновременно отпускают. После каждого удара угол падения увеличивают на 5° до разрушения образца.

Рабочий индекс дробления рассчитывается по формуле:

результатов. Выявление неоднородности прочностных свойств горных пород имеет большое значение для оперативного управления процессом дезинтеграции.

В этой связи важно отметить, что в отчетливой практике работы дробильно-сортировочных комплексов проводится оценка прочностных характеристик только конечной товарной продукции – щебня по фракциям. Прочность исходной горной породы оценивается только на стадии геолого-разведочных работ.

Во же время непостоянство прочностных свойств пород на месторождении необходимо учитывать при планировании горных работ, опережающем выборе режимных параметров дробления, прогнозной оценке качества щебня.

Для решения этих задач необходима разработка и стандартизация методик оперативного определения прочности горных пород в заводских лабораториях.

Список литературы / References

1. Napier-Munn T.J., Morrell S., Morrison R.D., Kojovic T. Mineral comminution circuits: their operation and optimization. Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre. Australia, Brisbane: JKMRС. 2005, pp. 57–66.
2. Скарин О.И., Арустамян К.М. Современные методы оценки измельчаемости руд в циклах полусамостоятельного измельчения // Горный журнал. 2012. № 11. С. 6–11.
2. Skarin O.I., Arustamyan K.M. Modern estimation methods of ores crushability in the semi self crushing cycles. Gornyi Zhurnal. 2012. No. 11, pp. 6–11. (In Russian).

УДК 666.9.015.7

М.С. ГАРКАВИ¹, д-р техн. наук (mgarkavi@mail.ru);
Х.-Б. ФИШЕР², доктор-инженер; А.Ф. БУРЬЯНОВ³, д-р техн. наук

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

² Веймарский строительный университет (Германия, 99423, г. Веймар, Гешвистер-Шолл-Штрассе, 8)

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

Особенности кристаллизации двухводного гипса при искусственном старении гипсового вяжущего

Рассмотрены особенности кристаллизации двухводного гипса, образующегося в процессе искусственного старения, в микропорах исходного гипсового вяжущего. Установлено влияние условий искусственного старения и степени пересыщения на морфологию кристаллов двухводного гипса. Характер кристаллизации и морфология кристаллов определяются состоянием поверхности исходного полугидрата.

Ключевые слова: кристаллизация, двухводный гипс, искусственное старение, гипсовое вяжущее.

M.S. GARKAVI¹, Doctor of Sciences (Engineering) (mgarkavi@mail.ru); H.-B. FISHER², Doctor-Engineer; A.F. BURIANOV³, Doctor of Sciences (Engineering)

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

² Bauhaus-Universität Weimar (8, Geschwister-Scholl-Straße, 99423 Weimar, Germany)

³ Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Hwy, 129337, Moscow, Russian Federation)

Features of Crystallization Of Gypsum Dihydrate in the Course of Artificial Aging of Gypsum Binder

Features of the crystallization of gypsum dihydrate, appearing in the process of the artificial aging, in micro-pores of the initial gypsum binder are considered. The influence of artificial aging conditions and the degree of supersaturation on the morphology of gypsum dihydrate crystals is established. The character of crystallization and morphology of crystals are defined by conditions of the initial hemihydrate surface.

Keywords: crystallization, gypsum dehydrate, artificial aging, gypsum binder.

Материалы на основе гипсовых вяжущих имеют многолетний опыт применения в строительстве, но несмотря на это, остается актуальной проблема обеспечения стабильности их технических характеристик. Эта нестабильность связана с образованием при обжиге строительного гипса растворимого ангидрита, а также внутренних и внешних структурных дефектов (рис. 1).

Для улучшения строительно-технических свойств гипсового вяжущего используется технологическая операция искусственного старения. Сущность процесса заключается в выдерживании гипсового вяжущего при различной относительной влажности воздуха, в ходе которого происходит гидратация гипсового вяжущего и содержащегося в нем растворимого ангидрита с образованием двухводного гипса, что сопровождается самозалечиванием дефектов. При этом в результате искусственного старения снижается водопотребность гипсового вяжущего и повышается его прочность.

Для процесса искусственного старения характерны две особенности:

- гидратация полугидрата происходит при дефиците жидкой фазы;
- двухводный гипс кристаллизуется в ограниченном объеме микропор исходного вяжущего.

Искусственное старение гипсового вяжущего обусловлено адсорбцией молекул воды на поверхности и на дефектах его частиц, а также конденсацией водяного пара в сверхтонких порах (трещинах). В зависимости от относительной влажности воздуха образуются пленки жидкости различной толщины.

В условиях высокой относительной влажности ($\varphi=1$) образуются пленки жидкости толщиной порядка 90 мкм. В такой пленке вода находится в капельно-жидком состоянии (объемная вода). В то же время при $\varphi=0,8$ значения толщины пленки находятся в пределах 5,6–8,1 мкм, а при $\varphi=0,6$ пленки жидкости имеет толщину 3 мкм. Согласно [2] пленки воды, которые образу-

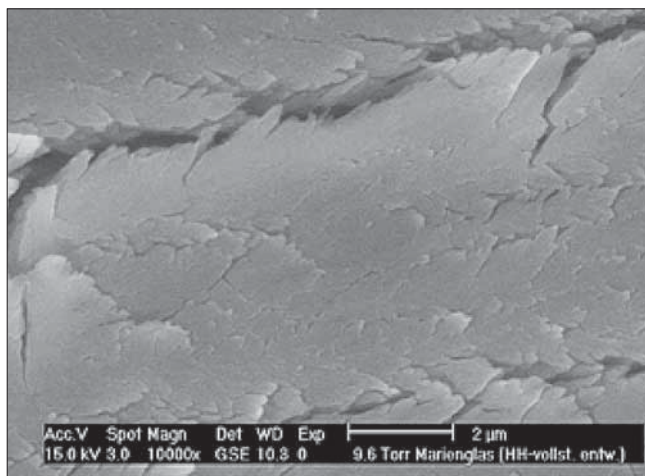


Рис. 1. Микродефекты частиц строительного гипса [1]

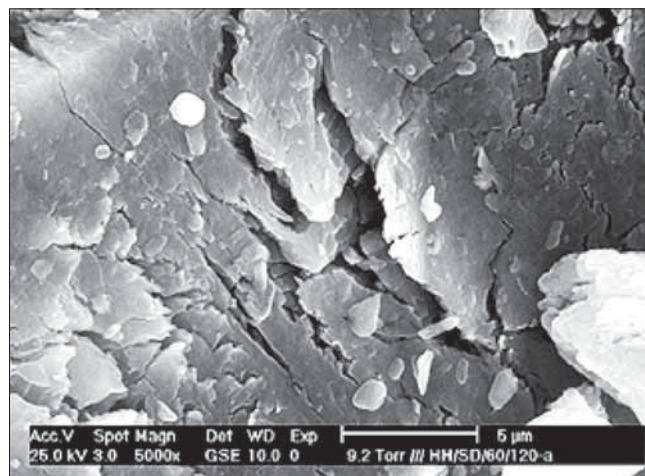




Рис. 2. Кристаллы двуводного гипса в микротрещинах частиц исходного гипсового вяжущего [1]

Изменение водопотребности после искусственного старения гипсового вяжущего в различных условиях [8]

Водопотребность, %				
	без искусственного старения	3 сут	7 сут	14 сут
$\varphi=0,6$	56	56	52	49
$\varphi=0,8$		52	49	49
$\varphi=1$		59	56	52

ются на поверхности частиц гипса при $\varphi \leq 0,8$, обладают аномальными свойствами, в частности они имеют высокую прочность порядка 25 МПа. Вода в таких пленках по своим свойствам близка к твердому телу, т. е. отличается от объемной жидкости, а это может привести к изменению механизма гидратации гипсового вяжущего при его старении.

Можно предположить, что при относительной влажности воздуха менее 80% имеет место топохимический или смешанный механизм гидратации. При 100% влажности преобладающим будет сквозрастворный механизм гидратации. Вследствие изменения механизма гидратации полугидрата при его старении могут образовываться разные модификации гидрата сульфата кальция, которые отличаются друг от друга прежде всего параметрами решетки и химическим составом [3]. По данным [4], при старении гипса формируются пластинчатые кристаллы сульфата кальция состава $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ при $n=1,86 \pm 0,05$. Такой переменный химический состав продуктов гидратации предопределяет их морфологическую неоднородность и многостадийность кристаллизации в микропорах и на поверхности частиц исходного полугидрата.

Согласно общепринятому представлению, процесс кристаллизации состоит из двух стадий: образование зародышей и рост кристаллов. Образование зародышей становится возможным при достижении определенной (критической) степени пересыщения раствора тем веществом, молекулы которого участвуют в образовании новой фазы. В работе [5] экспериментально установлено, что скорость роста кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из водного раствора находится в S-образной зависимости от пересыщения. Скорость роста кристалла по мере увеличения пересыщения стремится к пределу, наличие которого можно трактовать как адсорбционное торможение роста. Подобное торможение в заметной степени проявляется только при высоких пересыщениях, которое характерно для малых систем – микропор и микротрещин. Следовательно, такое явление может иметь место

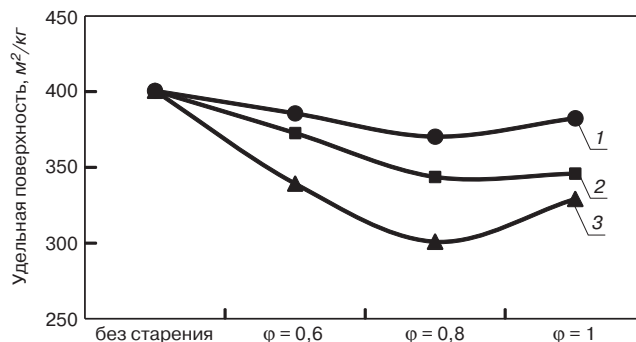


Рис. 3. Изменение удельной поверхности гипсового вяжущего в процессе искусственного старения [8]: 1 – 3 сут; 2 – 7 сут; 3 – 14 сут

применительно к процессу искусственного старения при относительной влажности воздуха менее 80%.

Образование новой фазы может протекать по гетерогенному механизму, когда вещество конденсируется на предварительно сформированных поверхностях (стенках пор и микротрещин, посторонних включениях, ядрах конденсации). В процессе роста, как отмечено выше, изменяются состав и структура кристаллов. Каждый растущий кристалл захватывает неравновесное количество примесей, а в его объеме образуются ростовые структурные дефекты. При росте микрокристаллов гипса происходит образование двумерных кластеров с последующим объединением этих кластеров в полимолекулярные слои. Если поверхность кристаллов имеет рельеф в виде ступеней и холмиков роста, то при сближении кристаллов холмики и ступени могут обеспечивать локальный молекулярный контакт кристаллов. Места таких контактов могут быть активными центрами образования выростов, связывающих кристаллы в агломерат (кристаллизационных мостов) при любых пересыщениях среды. Вследствие отложения вещества на стенках микропор и трещин там развивается градиент концентрации, причем концентрация максимальна у их входа, где формируются выросты, слипание которых приводит к кристаллизационному мосту [4].

С уменьшением степени пересыщения рост кристаллов двуводного гипса через присоединение двумерных зародышей становится энергетически невыгодным. В этом случае рост кристаллов развивается по дислокационному механизму [3, 6]. При дислокационном механизме роста при встраивании частиц кристаллизующегося вещества в решетку растущего кристалла из одного центра кристаллизации образуется несколько кристаллов. Данное явление известно как расщепление кристаллов [6]. Оно связано с тем, что на поверхности первичного зародыша двуводного гипса, который образовался на стенках микротрещины, возникают вторичные зародыши, т. е. идет двумерное зародышеобразование на собственной подложке. Первичный зародыш кристаллов сульфата кальция обращен к раствору гранью (-111), так как именно эта грань растет по механизму двумерного зародышеобразования [7]. Образование вторичных зародышей гипса и их рост на поверхности первичного зародыша идут до тех пор, пока они полностью не покроют всю поверхность микротрещины и не заполнят ее объем (рис. 2).

Такое самозалечивание микродефектов частиц закономерно сопровождается уменьшением удельной поверхности исходного гипсового вяжущего (рис. 3) и снижением его водопотребности (см. таблицу).

Проведенные исследования процесса кристаллизации двуводного гипса в микропорах гипсового вяжущего в процессе его искусственного старения доказывают перспективность и необходимость использования данного технологического передела в производстве гипсовых материалов.

Список литературы

1. Garkavi M., Nekrasova S., Melchaeva O., Garkavi S., Fischer H.-B., Nowak S. Thermodynamic explanation of rational conditions of the «aging» of plaster binder. *18. ibausil. Internationale Baustofftagung*. Weimar. 2012. P. 1-0741-0748.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир. 1984. 306 с.
3. Полак А.Ф., Бабков В.В., Андреева Е.П. Твердение минеральных вяжущих веществ. Уфа: Башкирское книжное издательство. 1990. 216 с.
4. Мелихов И.В. Физико-химическая эволюция твердого вещества. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 309 с.
5. Северин А.В., Мелихов И.В., Комаров В.Ф. Адсорбционное торможение роста кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из водных растворов // *Кристаллография*. 2009. Т. 54. № 1. С. 164–170.
6. Линников О.Д. Кинетика и механизм роста кристаллов сульфата кальция при его кристаллизации на поверхности теплообмена // *Журнал прикладной химии*. 1996. Т. 69. № 1. С. 89–93.
7. Устинова Ю.В., Сивков С.П., Барина О.П., Санжаровский А.Ю. Влияние различных добавок на морфологию кристаллов двуводного гипса // *Вестник МГСУ*. 2012. № 4. С. 140–144.
8. Некрасова С.А., Гаркави М.С. Влияние условий старения на структурно-технические свойства гипсового вяжущего // *Строительные материалы*. 2007. № 5. С. 72–73.

References

1. Garkavi M., Nekrasova S., Melchaeva O., Garkavi S., Fischer H.-B., Nowak S. Thermodynamic explanation of rational conditions of the «aging» of plaster binder. *18. ibausil. Internationale Baustofftagung*. Weimar. 2012. pp. 1-0741-0748.
2. Greg S., Singh K. Adsorbtsiya, udel'naya poverkhnost', poristost' [Adsorption, surface area, porosity]. Moscow: Mir. 1984. 306 p.
3. Polak A.F., Babkov V.V., Andreeva E.P. Tverdenie mineral'nykh vyazhushchikh veshchestv [Hardening of mineral binders]. Ufa: Bashkirskoe knizhnoe izdatel'stvo. 1990. 216 p.
4. Melikhov I.V. Fiziko-khimicheskaya evolyutsiya tverdogo veshchestva [Physico-chemical evolution of the solid]. Moscow: BINOM. Laboratoriya znanii. 2012. 309 p.
5. Severin A.V., Melikhov I.V., Komarov V.F. Adsorption inhibition of the growth of crystals of $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ from aqueous solutions. *Kristallografiya*. 2009. Vol. 54. No. 1, pp. 164–170. (In Russian).
6. Linnikov O.D. Kinetics and mechanism of the crystal growth of calcium sulfate when crystallization is on the surface of the heat exchange. *Zhurnal prikladnoi khimii*. 1996. Vol. 69. No. 1, pp. 89–93. (In Russian).
7. Ustinov Y.V., Sivkov S.P., Barinov O.P., Sanzharovskiy A.Y. Influence of various additives on the morphology of gypsum dihydrate crystals. *Vestnik MGSU*. 2012. No. 4, pp. 140–144. (In Russian).
8. Nekrasova S.A., Garkavi M.S. Influence of aging conditions on the structural and mechanical properties of gypsum binder. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2007. No. 5, pp. 72–73. (In Russian).

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

ЖКХ РОССИИ



6–8 АПРЕЛЯ 2016



РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

<ul style="list-style-type: none"> ■ Жилищные услуги ■ Платежные системы ■ Эксплуатация жилищного фонда. Капитальный ремонт. Строительные материалы ■ Инженерные системы: тепло-, газо-, электро-, водоснабжение и водоотведение ■ Коммунальная, дорожная и строительная техника ■ Приемы озеленения и благоустройства городских территорий 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Энерго- и ресурсосберегающие технологии ■ Управление отходами ■ Технические средства охраны и оборудования для обеспечения безопасности и противопожарной защиты ■ Лифтовое оборудование ■ Спецодежда, специальные инструменты и оборудование ■ Ремонт и содержание дорог и дорожных сооружений
---	--

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- ИННОВАЦИИ В ЖКХ
- ПОДГОТОВКА И ПЕРЕПОДГОТОВКА КАДРОВ, ЯРМАРКИ ВАКАНСИЙ
- МЕТОДИКИ И ИНСТРУМЕНТЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ РАЗВИТИЯ В ЖКХ

ОПЫТ. КОНТАКТЫ. РЕШЕНИЯ

Организатор

EXPOFORUM

Генеральный медиапартнер



Конгрессно-выставочный центр **ЭКСПОФОРУМ**
Петербургское шоссе, 64/1
тел./факс: +7 (812) 240 40 40 (доб. 131, 291, 108)
WWW.GKH.EXPOFORUM.RU

6+

УДК 630*812

З. ПАСТОРИ, PhD¹ (zoltan.pasztory@skk.nyme.hu), директор инновационного центра,
З. БОРЧОК, PhD¹; Г.А. ГОРБАЧЕВА², канд. техн. наук (gorbacheva-g@yandex.ru)

¹ Западно-Венгерский университет (Венгрия, 9400, Sopron, Bajcsy 4)

² Московский государственный университет леса (141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, 1)

Баланс CO₂ различных видов стеновых конструкций

Рассматриваются четыре различных типа стеновых конструкций с одинаковым коэффициентом теплопередачи. Приведены значения эмиссии CO₂ в процессе их изготовления. При производстве 1 м² стеновых конструкций происходит значительный выброс CO₂ на 1 м² поверхности стены. При производстве деревянных стеновых конструкций количество связанного углерода, выделяемого при производстве, меньше, чем количество углерода, содержащегося в материалах, из которых изготовлена стена. Сделан вывод об экологичности и энергоэффективности каркасных и деревянных зданий. Показано, что при производстве деревянных конструкций выделяется наименьшее количество CO₂ по сравнению с рассмотренными вариантами.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергоемкость, экологичность, деревянные стеновые конструкции, накопление углерода, баланс CO₂ стеновых конструкций, деревянные каркасные здания, деревянные дома.

Z. PASTORI, PhD¹ (zoltan.pasztory@skk.nyme.hu), Director of Innovation Center,

Z. BORCHOK, PhD¹; G.A. GORBACHEVA², Candidate of Sciences (Engineering) (gorbacheva-g@yandex.ru)

¹ University of West Hungary (4. Bajcsy-Zsilinszky Street, Sopron 9400 Hungary)

² Moscow State Forest University (1, 1st Institutskaya Street, 141005, Mytischki, Moscow Region, Russia)

Balance of CO₂ of Different Types of Wall Structures

Four different types of wall structures with the same heat transfer coefficient are considered. Values of the CO₂ emission during the process of their manufacturing are presented. It is shown that in the course of manufacture of 1.0 m² of wall structures the significant emission of CO₂ per 1.0 m² of wall surface takes place. In the course of production of timber wall structures, the amount of tied carbon emitted during the manufacturing is lesser than the amount of carbon contained in materials which the wall is made of. The conclusion about ecological friendliness and energy efficiency of frame and timber buildings is made. It is shown that in the course of timber structures manufacturing the least amount of CO₂ is emitted comparing with the variants considered.

Keywords: energy efficiency, energy consumption, ecological friendliness, timber wall structures, accumulation of carbon, balance of CO₂ of wall structures, timber frame buildings, timber houses.

В последнее время изменения климата носят глобальный характер и являются общемировой проблемой. Большинство ученых сходятся во мнении, что изменение климата является результатом антропогенной деятельности [1]. Углекислый газ – самый сильный по воздействию на климат неконденсируемый парниковый газ. Согласно докладу МГЭИК (Межправительственная группа экспертов ООН по изменению климата) по сравнению с 1750 г. отмечается увеличение концентрации CO₂ в атмосфере на 35%. Поскольку для углекислого газа не существует сравнимых по эффективности механизмов удаления из атмосферы, для предотвращения катастрофической дестабилизации климата необходимо ограничить суммарное количество CO₂ в атмосфере. Увеличение концентрации углекислого газа является в первую очередь следствием потребления и сжигания ископаемых источников энергии, таких как нефть, газ,

уголь [2, 3]. Вторым по величине источником выбросов углекислого газа является жилищный сектор. Снижение энергопотребления, повышение энергоэффективности зданий являются главными инструментами снижения выбросов CO₂ в данном секторе. Значительными источниками выбросов углекислого газа являются также строительство и снос жилых домов. Энергетические затраты на производство строительных материалов называются энергоемкостью, которая соответственно означает эмиссию CO₂. Цель исследования – оценка эмиссии углекислого газа для различных типов стен. Данное исследование не касается других частей здания, таких как крыша, фундамент, окна и полы. Представленная работа является частью исследования, выполненного в рамках проекта Environment conscious energy efficient building TAMOP-4.2.2.A–11/1/KONV-2012-0068, финансируемого Европейским союзом и European Social Foundation.

Таблица 1

Виды стеновых конструкций

№ слоя	Кирпичная стена	Бетонная стена, возводимая с применением несъемной опалубки	Каркасная стена	Стена из клееного бруса с дополнительной внутренней изоляцией
1	15 мм цементно-известковая штукатурка	15 мм цементно-известковая штукатурка	12,5 мм гипсокартон	20 мм деревянная обшивка
2	440 мм кирпич	50 мм графитизированный полистирол	30 мм воздушный зазор 30 мм обрешетка	30 мм воздушный зазор, 30 мм обрешетка
3	10 мм раствор	150 мм монолитный бетон	пароизоляция (лист бумаги)	12 мм паропроницаемая древесная плита
4	50 мм полистирол	200 мм графитизированный полистирол	80 мм целлюлозный утеплитель 80 мм прогон	210 мм целлюлозный утеплитель, 210 мм прокладка
5	2 мм штукатурка	5 мм дышащая штукатурка	12 мм паропроницаемая древесная плита	180 мм клееный брус из древесины ели
6			160 мм целлюлозный утеплитель 160 мм стойка каркаса	
7			50 мм теплоизоляционная плита на основе целлюлозы	
8			5 мм дышащая штукатурка	

Таблица 2

Количество CO₂ в различных типах стен

Виды стеновых конструкций	Кирпичная стена	Бетонная стена, возводимая с применением несъемной опалубки	Каркасная стена	Стена из клееного бруса с дополнительной внутренней изоляцией
Эквивалент CO ₂ , кг CO ₂ /1 м ² стены	+84, 449	+65,546	-25,479*	-67,785*

* Отрицательные значения показывают, что стеновая конструкция может накапливать больше углерода, чем количество, которое выделяется при ее изготовлении.

Материалы и методы

Для четырех различных типов стен проведен сравнительный анализ энергетических затрат на производство. В табл. 1 приведены расположение слоев в стеновых конструкциях от внутреннего к наружному.

Для того чтобы различные стеновые конструкции были сопоставимы, они должны иметь одинаковые тепловые свойства. В данном исследовании принято значение коэффициента теплопередачи 0,13 Вт/(м²·К). Расчеты толщины слоя в стене выполнены с использованием программного обеспечения WinWatt для строительной физики и энергетики. Требуемый коэффициент теплопередачи получен при варьировании толщины теплоизоляционного слоя в стеновых конструкциях, пока вся конструкция не достигала заданного значения. Причина, по которой выбрано довольно низкое значение коэффициента теплопередачи, обусловлена требованиями европейского законодательства для пассивных домов, которые должны соблюдаться уже в ближайшем будущем. Одним из критериев пассивных домов является величина удельного расхода тепловой энергии. Максимальное значение не должно превышать 15 кВт·ч/м² в год, что требует действительно высокого термического сопротивления стены [4].

Существуют строительные материалы, которые могут накапливать значительные объемы углерода за счет его поглощения в течение жизненного цикла [5, 6, 1, 8].

Абсолютно сухая древесина содержит около 50% углерода. Проведение несложных расчетов показывает, что необходимо выделить из атмосферы 1870 кг CO₂, чтобы получить около 1 т древесины.

В [7–9] приведены результаты исследований энергоёмкости домов.

Результаты и обсуждение

Энергия, потребляемая в течение производственного процесса, выражена в CO₂ эквиваленте. Рассчитывался эквивалент накопленного CO₂, затем определялся окончательный CO₂ эквивалент (кг CO₂/1 м² стены) путем вычитания накопленного CO₂ эквивалента из энергоёмкости, выраженной в CO₂ эквиваленте. Значения углеродного эквивалента были рассчитаны по методике и данным, принятым в Венгрии (Tiderenczl G., Medgyasszay P., Szalay Z., Zorkóczy Z. Építési anyagok építésökölógiai és biológiai értékelése. 2007. <http://www.foek.hu/korkep/0-0-7-1-.html> (date of access 10.10.14), и представлены в табл. 2.

При производстве кирпичной стеновой конструкции расходуется значительное количество энергии, поэтому при возведении этих типов стен будет выделяться повышенное количество углекислого газа в атмосферу. Эти материалы не способны накапливать углерод, что повышает значение CO₂ эквивалента. При изготовлении стен из возобновляемого материала – древесины баланс будет отрицательным из-за благоприятного соотношения содержания углерода в древесине и небольших затрат энергии, необходимой для ее обработки [4, 10].

Бревенчатые дома содержат больше древесины, чем каркасные. Вместе с тем тепловая эффективность каркасных стен выше, поскольку пространство между стойками каркаса заполняется изоляционными материалами.

Заключение

Количественная оценка эмиссии углекислого газа при производстве различных стеновых конструкций необходима при учете антропогенных выбросов парниковых газов. Проведенные исследования показали, что каркасные и деревянные здания сохраняют больше углерода по сравнению с энергетическими затратами на их производство, поэтому данные типы строительных конструкций являются наиболее экологичными. Сочетание традиционного возобновляемого материала – древесины и современных изоляционных материалов обеспечивает необходимую энергоэффективность здания, обусловленную требованиями европейского законодательства. В странах Северной Америки и Скандинавии разработан комплекс мер, стимулирующих использование древесины при строительстве зданий. Традиционно в Венгрии и России кирпичные здания имеют широкое распространение, следовательно, имеется дополнительный высокий потенциал накопления углерода. Намечившаяся в последнее время тенденция увеличения доли деревянного домостроения может быть усилена при проведении специальных мер поддержки со стороны государства.

Список литературы / References

1. IPCC Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. *Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2014.
2. Omer A.M., Energy use and environmental impacts. A general review. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*. 2009. No. 1. Article Number: 053101.
3. Zecca A., Chiari L. Fossil-fuel constraints on global warming. *Energy Policy*. 2010. No. 38, pp. 1–3.
4. Upton B., Miner R., Spinney M., Heath L.S. The greenhouse gas and energy impacts of using wood instead of alternatives in residential construction in the United States. *Biomass and Bioenergy*. 2008. No. 32, pp. 1–10.
5. Bribián I.Z., Capilla A.V., Usón A.A. Life-cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment*. 2001. No. 46, pp. 1133–1140.
6. Shukla A., Tiwari G.N., Sodha M.S. Embodied energy analysis of adobe house. *Renewable Energy*. 2009. No. 34, pp. 755–761.
7. Hammond G. P., Jones C. I. Embodied energy and carbon in construction materials. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Energy*. 2008. No. 161 (2), pp. 87–98.
8. Karjalainen T., Kellomäki S., Pussinen A. Role of wood-based products in absorbing atmospheric carbon. *Silva Fennica*. 1994. No. 28 (2), pp. 67–80.
9. Reddy B.V.V., Jagadish K.S. Embodied energy of common and alternative building materials and technologies. *Energy and Buildings*. 2003. No. 35, pp. 129–137.
10. Pingoud K., Perälä A.L., Pussinen A. Carbon dynamics in wood products. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2001. No. 6, pp. 91–111.

УДК 666.972.162

А.А. ГУВАЛОВ¹, д-р техн. наук (abbas.quvalov@akkord.az), С.И. АББАСОВА¹, канд. хим. наук;
Т.В. КУЗНЕЦОВА², д-р техн. наук

¹ Азербайджанский архитектурно-строительный университет (AZ-1073, Баку, ул. Султанова, 5)

² РХТУ им. Д.И. Менделеева (125047, Москва, Миусская пл., 7)

Улучшение структуры высокопрочного бетона с применением модификаторов

Установлено, что применение комплексной добавки, состоящей из пластификатора и тонкомолотого минерального компонента (ОМД), позволяет получить высокопрочный самоуплотняющийся бетон. Показано, что частичная замена микрокремнезема эквивалентным расходом тонкомолотого наполнителя, в частности цеолита, обеспечивает снижение деформаций аутогенной усадки, при этом не происходит снижения прочностных характеристик бетона.

Ключевые слова: модификатор, высокопрочный бетон, аутогенная усадка, добавки.

A.A. GUVALOV¹, Doctor of Sciences (Engineering) (abbas.quvalov@akkord.az), S.I. ABBASOVA¹, Candidate of Sciences (Chemistry);

T.V. KUZNETSOVA², Doctor of Sciences (Engineering)

¹ Azerbaijan University of Architecture and Construction (5, Sultanova Street, Baku, AZ-1073)

² D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (7, Miusskaya Square, 125047, Moscow, Russian Federation)

Improvement of High-Strength Concretes Structure Using Modifiers

It is established that the use of a complex additive consisting of a plasticizer and a fine mineral component (OMD) makes it possible to obtain high-strength self-compacting concrete. It is found that the partial substitution of micro-silica for the equivalent rate of a fine filler, zeolite in particular, reduces deformations of autogenous shrinkage without reducing the strength characteristics of concrete.

Keywords: modifier, high-strength concrete, autogenous shrinkage, additives.

В производстве высокопрочных бетонов широкое применение нашли тонкодисперсные комплексные модификаторы. Тонкодисперсные минеральные добавки, такие как микрокремнезем (МК), в комплексе с суперпластификаторами произвели переворот в технологии получения высокопрочных бетонов марок 1000–1200. Но несмотря на все положительные характеристики МК, его стоимость может превышать стоимость самого цемента в несколько раз. Поэтому важен поиск многофункциональных минеральных добавок, которые в комплексе с суперпластификаторами позволяют повысить физико-механические свойства бетонов [1, 2]. В настоящих исследованиях расширена группа дисперсных наполнителей цемента природного происхождения и предложено использовать вулканические пеплы и цеолитсодержащие породы – трасс. Указанные породы в своем составе содержат вулканическое стекло, представляющее собой алюмосиликаты, которые взаимодействуют с продуктами гидролиза при твердении цемента. Породы измельчались до удельной поверхности $S_{уд} = 600 \text{ м}^2/\text{кг}$. Для сравнения использовался МК Челябинского металлургического комбината с удельной поверхностью $3500 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Высокопрочный бетон получали в результате модифицирования его комплексной органоминеральной добавкой (ОМД), состоящей из суперпластификатора (в качестве суперпластификаторов использовались нафтиноформальдегидный типа СП-1 и полиарилсульфонсульфонатный типа САС-2) и тонкомолотого минерального компонента (ТМК). Содержание ТМК принималось 12,5% от расхода цемента. Доля суперпластификатора СП-1 и САС-2 в комплексе ТМК соответственно составляла 1 и 2% от расхода цемента [3]. При применении суперпластификатора с целью повышения ранней суточной прочности бетона дополнительно с водой затворения в бетонную смесь вводился ускоритель твердения Na_2SO_4 в количестве 1%. Расход материалов на 1 м^3 бетонной смеси для контрольного состава был принят следующий: цемент – 600 кг, песок – 560 кг, отсев – 230 кг, щебень – 850 кг, вода – 200 л; для составов с ОМД: цемент – 540 кг, ОМД – 60 кг, песок – 560 кг, отсев – 230 кг, щебень – 850 кг, вода – 130 л.

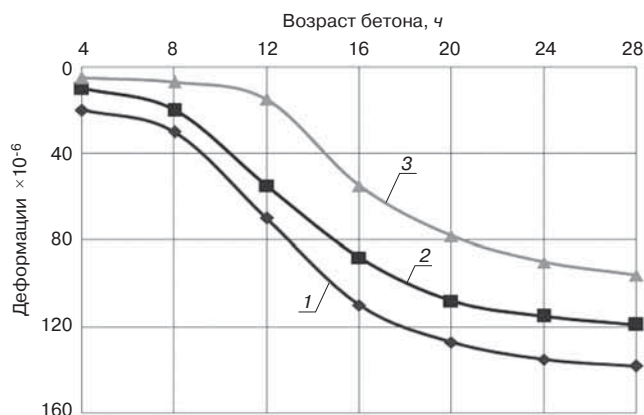
В исследованиях использовались подвижные бетонные смеси с осадкой стандартного конуса около 20 см. Образцы хранились в нормально-влажностных услови-

Таблица 1

Кинетика набора прочности бетона на дисперсных носителях

Состав	Вид и дозировка органоминерального модификатора бетона		В/Т	ОК, см	Прочность, МПа, в возрасте		
	Наполнитель как заменитель 10% цемента	Na_2SO_4			1 сут	3 сут	28 сут
1	Без наполнителя	–	0,37	20	28	42	55
2	Вулканический пепел	–	0,26	21	40	67	86
3	Трасс	–	0,27	20	38	60	79
4	Микрокремнезем	–	0,27	21	51	69	88
5	Вулканический пепел	1	0,29	22	50	66	79
6	Трасс	1	0,31	21	46	64	78
7*	Вулканический пепел	–	0,29	20	51	68	76
8*	Трасс	–	0,31	20	44	65	73

Примечание. * Составы с применением САС-3.



Изменение деформаций аутогенной усадки во времени: 1 – состав 1; 2 – состав 2; 3 – состав 3

ях при температуре 20°C. Выполненные исследования подтверждают высокую эффективность органоминеральных модификаторов для получения высокопрочных бетонов (табл. 1).

Введение суперпластификатора в комплексе с дисперсными наполнителями повышает как раннюю суточную прочность высокопрочного бетона, так и нормативную в возрасте 28 сут. В подвижных смесях это превышение на первые сутки составляет от 36 до 46%. Важно отметить, что бетоны, полученные с применением ОМД, имеют в 1,4–1,6 раза более высокую марочную прочность по сравнению с контрольным бетоном без ОМД. При комплексном введении ОМД с Na₂SO₄ суточная прочность повышается на 82%. Введение суперпластификатора САС-2 в комплексе с дисперсными наполнителями повышает как раннюю суточную прочность высокопрочного бетона, так и нормативную в возрасте 28 сут.

Изучена кинетика водопоглощения и характеристики пористости высокопрочного бетона с ОМД (табл. 2).

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что введение ОМД способствует снижению водопоглощения бетона в среднем на 20–30% по отношению к контрольному составу без добавок. Водопоглощение бетона контрольного состава без добавки составляет 4,82%, с добавками вулканического пепла и трасса – 4,63 и 3,65% соответственно. Минимальные результаты

по водопоглощению ($W=3,24$) зафиксированы для бетона, модифицированного микрокремнеземом.

Высокопрочные самоуплотняющиеся бетоны отличаются очень низким водоцементным отношением смесей (как правило, меньше 0,3), повышенным расходом цемента, наличием пуццолановых добавок и суперпластификаторов [4, 5]. Эти бетоны содержат недостаточное количество воды затворения, для того чтобы обеспечить заполнение крупных капилляров, необходимых для поддержания реакций гидратации и пуццолановой реакции. В процессе гидратации цемента при отсутствии доступа внешней влаги (активный период твердения бетона) в тонких капиллярах возникают мениски, обезвоживание которых создает большие внутренние напряжения – развивается аутогенная усадка. В высокопрочном бетоне аутогенная усадка по абсолютной величине приближается к влажностной усадке обычного бетона и может привести к более существенному трещинообразованию, так как развивается значительно быстрее и происходит в бетоне, когда цементный камень имеет еще низкую прочность и модуль упругости. Трещинообразование, в свою очередь, приводит к снижению прочности и долговечности бетона; потерям предварительного напряжения арматуры; ухудшению внешнего вида конструкций. Для предотвращения развития аутогенной усадки, а также усадки при высушивании высокопрочного бетона с низким значением В/Ц возможна частичная замена крупного заполнителя эквивалентным объемом предварительно водонасыщенного пористого заполнителя или полимерных добавок с высокой водоадсорбирующей способностью (Superabsorbent polymers SAP), что создает водные резервуары в бетоне [6].

Для изучения аутогенной усадки в исследованиях использовались самоуплотняющиеся бетонные смеси с применением ОМД (рисунок, табл. 3) Составы 1 и 2 были получены с применением микрокремнезема, а составы 3 и 4 – заменой части (50%) микрокремнезема в составе 1 эквивалентным количеством тонкомолотого трасса (состав 3) и вулканического пепла (состав 4). Приготовленные бетонные смеси составов были уложены в форму для измерений аутогенной усадки. Измерение деформаций аутогенной усадки осуществляли в течение 28 сут, затем образцы расформовывали, на их торцы наклеивали стальные реперы и в дальнейшем производили измерения деформаций усадки бетона,

Таблица 2

Кинетика водопоглощения и показатели пористости бетона

Вид дисперсного наполнителя	Водопоглощение, %					Показатели пористости	
	15 мин	30 мин	60 мин	24 ч	14 сут	однородности размеров пор, α	среднего размера пор, λ
Без наполнителя	2,47	3,17	3,85	4,63	4,82	0,39	4,49
Вулканический пепел	1,72	2,41	2,77	4,41	4,63	0,49	1
Трасс	1,38	1,87	2,19	3,45	3,65	0,51	1
Микрокремнезем	1,27	1,44	1,71	3,12	3,24	0,3	0,48

Таблица 3

Свойства самоуплотняющегося высокопрочного бетона

Составы	Водоцементное отношение	Расплыв конуса, мм	Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³	Суммарная усадка за 90 сут ($\epsilon \times 10^{-6}$)
1	0,29	650	2428	525
2	0,32	680	2420	498
3	0,33	650	2428	435
4	0,31	650	2428	569

вызванные испарением из них влаги (влажностная усадка). При этом образцы хранились в эксикаторе над порошком хлористого кальция.

Установлено, что аутогенная усадка бетонов состава 1, 2, характеризующихся значениями водоцементного отношения соответственно 0,29 и 0,32 начинает проявляться достаточно интенсивно через 10–11 ч с момента формирования (рисунк). Наиболее интенсивно она развивается в бетоне с наименьшим значением В/Ц=0,29 и к 28 ч твердения достигает значения $\epsilon = 138 \times 10^{-6}$. Это связано с высоким расходом портландцемента, наличием высокодисперсного микрокремнезема и низким содержанием воды затворения, которая интенсивно связывается цементом в процессе гидратации, обезвоживая тонкие капилляры.

По мере увеличения значения В/Ц деформации аутогенной усадки снижаются: при В/Ц = 0,32 – на 15%. Как отмечено выше, снизить скорость и абсолютную величину усадки можно путем использования наполнителей, позволяющих удерживать воду в межплоскостных капиллярах. При этом снижение аутогенной усадки составляет 30,4%.

Установлено, что суммарная величина деформаций бетона состава 1 в возрасте 90 сут твердения достигает значения $\epsilon = 525 \times 10^{-6}$, при этом на аутогенную усадку приходится величина $\epsilon = 320 \times 10^{-6}$. При замене части микрокремнезема трассом наблюдается резкое снижение величины аутогенной усадки, которая составляет $\epsilon = 105 \times 10^{-6}$. В то же время в процессе дальнейшего высушивания достаточно интенсивно развиваются деформации, вызванные влажностной усадкой. Суммарные деформации усадки состава 3 достигают величины $\epsilon = 435 \times 10^{-6}$, однако доля деформаций от аутогенной усадки составляет лишь 24,1%. Положительное влияние на снижение деформаций аутогенной усадки оказывает и частичная замена микрокремнезема вулканическим пеплом (состав 4).

Установлено, что частичная замена микрокремнезема эквивалентным расходом тонкомолотого наполнителя, в частности цеолита, обеспечивает снижение деформаций аутогенной усадки, при этом не происходит снижения прочностных характеристик бетона. Такая технология может обеспечивать получение малодефектных, надежных и долговечных строительных конструкций из бетона и железобетона.

Список литературы

1. Гувалов А.А. Влияние органоминеральных модификаторов на прочность бетона // *VI Международная конференция «Прочность и разрушение материалов и конструкций»*. Оренбург, 2010. С. 221–225.
2. Гувалов А.А., Кузнецова Т.В. Влияние модификатора на свойства цементных суспензий // *Строительные материалы*. 2013. № 8. С. 86–88.
3. Guvalov A.A. Impact of poliarilsulphonosulphonic Superplasticizer on hidration and hardening of cements SCIENCE WITHOUT BORDTERS // *Transactions of the International Academy of Science H&E. Volume 3 2007\2008*. Innsburk-2009, pp. 605–610.
4. Гувалов А.А. Самоуплотняющиеся высокопрочные бетоны в технологии монолитного домостроения // *Сборник научных трудов МГСУ, по материалам Международной научно-технической конференции «Промышленное и гражданское строительство в современных условиях»*. М.: МГСУ, 2011. С. 150–152.
5. Mounanga P., Bouasker M., Pertue A., Perronnet A., Khelidj A. Early-age autogenous and micro/macro investigations // *Materials and Structures*, 2011, v. 44, No. 4, pp. 749–772.

6. Nnadi F., Brave C. Environmentally friendly superabsorbent polymers for water conservation in agricultural lands // *Journal of Soil Science and Environmental Management*. 2011, No. 2, pp. 206–211.

References

1. Guvalov A.A. Influence the organomineralnykh of modifiers on concrete durability. *The VI International conference “Durability and Destruction of Materials and Designs”*. Orenburg, 2010, pp. 221–225. (In Russian).
2. Guvalov A.A., Kuznetsova T.V. Influence of the modifier on properties of cement suspensions. *Stroitel'nye materialy [Construction materials]*. 2013. No. 8, pp. 86–88. (In Russian).
3. Guvalov A.A. Impact of poliarilsulphonosulphonic Superplasticizer on hidration and hardening of cements SCIENCE WITHOUT BORDTERS. *Transactions of the International Academy of Science H&E. Volume 3 2007\2008*. Innsburk. 2009, pp. 605–610.
4. Guvalov A.A. The self-condensed high-strength concrete in technology of monolithic housing construction. *Collection of scientific works of MGSU, on materials of the International scientific and technical conference “Industrial and Civil Engineering in Modern Conditions”*. М.: МГСУ, 2011, pp. 150–152. (In Russian).
5. Mounanga P., Bouasker M., Pertue A., Perronnet A., Khelidj A. Early-age autogenous and micro/macro investigations. *Materials and Structures*, 2011, v. 44, No. 4, pp. 749–772.
6. Nnadi F., Brave C. Environmentally friendly superabsorbent polymers for water conservation in agricultural lands. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. 2011, No. 2, pp. 206–211.

НОВОСТИ

На заводе «Техприбор» разработали новую технологию гранулирования растительных отходов



Технология предназначена для гранулирования древесных опилок, стружки, предварительно измельченной соломы, травы, и других видов органического сырья с влажностью до 30% в автоматическом режиме. В рамках данной технологии сушка влажного сырья происходит без сжигания топлива за счет кинетического удаления влаги на основе эффекта температурного разделения воздушного потока с частичной рециркуляцией его нагретой части (аналогичного эффекту Ранка-Хильша). Вся необходимая подготовка растительного сырья перед гранулированием, включая сушку, измельчение, кондиционирование, происходит в одном компактном агрегате – мельнице-нагревателе «С.А.М.П.О 2012».

Для реализации новой технологии заводом «Техприбор» разработана и запущена в производство автоматическая линия гранулирования под торговой маркой «СКАРАБЕЙ». Заявленная производительность линии составляет 300-400 кг/ч древесных топливных гранул стандарта «ENplus». На линию «СКАРАБЕЙ» уже получена декларация соответствия Технического регламента Таможенного союза – ЕАС. Старт продаж запланирован на начало 2016 г.

По материалам завода «Техприбор»

УДК 691.57

П.С. БАСКАКОВ, инженер (rockbas@ya.ru), В.В. СТРОКОВА, д-р техн. наук (vvstrokova@gmail.com), К.П. МАЛЫЦЕВА, студент (ksy6323.95@mail.ru)

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

Влияние щелочного воздействия на свойства акриловых и стирол-акриловых дисперсий для водных лакокрасочных материалов

Определены критерии использования водно-дисперсионных синтетических полимеров для внутренней отделки помещений, предварительно оштукатуренных или шпатлеванных. Акриловые и стирол-акриловые дисперсии, ввиду содержания в них ионных карбоксильных групп, подвержены щелочному воздействию, что требует их изучения при взаимодействии с высокощелочными цементными системами. С целью анализа степени влияния щелочного агента определены реологические особенности дисперсий при повышении уровня pH. Выявлено, что акриловые дисперсии обладают большей вязкостью при высоких скоростях сдвига; стирол-акриловые дисперсии менее всего подвержены воздействию гидроксида кальция, имеют пониженную вязкость при равной концентрации и размере частиц полимера. Эти свойства были использованы для получения на основе стирол-акриловых дисперсий эффективных водных грунтовочных составов глубокого проникновения, а на основе акриловых дисперсий – красок с повышенным содержанием пигментов.

Ключевые слова: водные дисперсии полимеров, акрилаты, реологические особенности, щелочное воздействие.

P.S. BASKAKOV, Engineer (rockbas@ya.ru), V.V. STROKOVA, Doctor of Sciences (Engineering) (vvstrokova@gmail.com), K.P. MAL'TSEVA, Student (ksy6323.95@mail.ru)
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (46, Kostyukov Street, Belgorod, 308012, Russian Federation)

Influence of Alkaline Impact on Properties of Acrylic and Styrene-Acrylic Dispersions for Water Paintwork Materials

Criteria of using water-dispersion synthetic polymers for interior finish of pre-plastered or pre-puttied premises are determined. Acrylic and styrene-acrylic dispersions, due to containing ion carboxylic groups, are exposed to the alkaline impact that requires their study in the course of their interaction with high-alkaline cement systems. To analyze the degrees of influence of an alkaline agent, rheological peculiarities of dispersions have been determined with increasing the PH level. It is revealed that acrylic dispersions have higher viscosity at high shear rates; styrene-acrylic dispersions are the least susceptible to the impact of calcium hydroxide, have low viscosity at an equal concentration and size of polymer particles. These properties are used for producing efficient water priming compositions of deep penetration on the basis of styrene-acrylic dispersions, and, on the basis of acrylic dispersions, for producing paints with a high content of pigments.

Keywords: water dispersions of polymers, acrylates, rheological peculiarities, alkaline impact.

Современный уровень развития технологии лакокрасочных материалов (ЛКМ) представляет возможность перехода от традиционных экологически и пожароопасных органорастворимых систем к водно-дисперсионным. Они уже активно используются для обеспечения декоративной и защитной функции фасадов зданий и интерьеров помещений. Делая поверхность строительных материалов более эстетичной и гладкой, лакокрасочные покрытия препятствуют эрозии пыли с поверхности, одновременно сохраняя пористость и стойкость к действию агрессивных сред. В совокупности материалы, требующие окраски, можно охарактеризовать как цементные, гипсовые и прочие минеральные субстраты, имеющие высокую гидрофильность, изменяемый во времени кислотно-щелочной уровень, способность к газопроницаемости и заметную шероховатость поверхности [1–4].

Ввиду унификации строительного производства и ненадлежащего уровня квалификации персонала лакокрасочные материалы для внутренней отделки помещений должны удовлетворять физико-химическим особенностям различных стеновых материалов, не быть токсичными (содержать органические растворители и консерванты), наноситься посредством портативного и переносного оборудования и отверждаться в естественных условиях.

При производстве лакокрасочных материалов для внутренней отделки помещений в настоящее время активно используются акриловые и стирол-акриловые

дисперсии [5]. Исследуя их реологические характеристики, необходимо учитывать способность некоторых боковых карбоксильных ионных групп акриловых дисперсий проявлять водорастворимые свойства. Для повышения их растворимости на производствах вводят нейтрализующие добавки на основе аминов и аммиака [6]. Такие добавки способствуют выделению пленкообразователя в воде в виде макроскопических цепей, ассоциирующих в более крупные агрегаты [7].

Если говорить о нанесении краски на основе таких дисперсий на пористые цементно-известковые субстраты с высоким содержанием водорастворимого гидроксида кальция, то напрашивается однозначный вывод об их вынужденной щелочной модификации. Это может негативно сказаться на реологических свойствах краски, таких как легкость нанесения (кистью и валиком), растекаемость по поверхности (устранения следов кисти), глубины проникновения дисперсии в основание.

В настоящей работе было проведено исследование реологических характеристик акриловых и стирол-акриловых дисперсий различных производителей для разработки красок и грунтовочных составов, устойчивых на поверхности цементно-известкового камня.

Для исследования были выбраны наиболее распространенные дисперсии А-118Д, А311, А 101М, АС-10. Заявленные производителями показатели представлены в табл. 1. Критериями выбора служило постоянство параметров, напрямую влияющих на вязкость: размер ча-

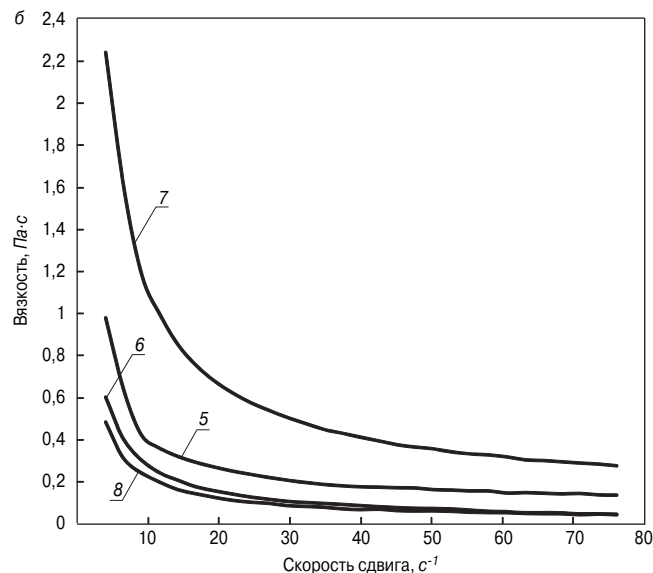
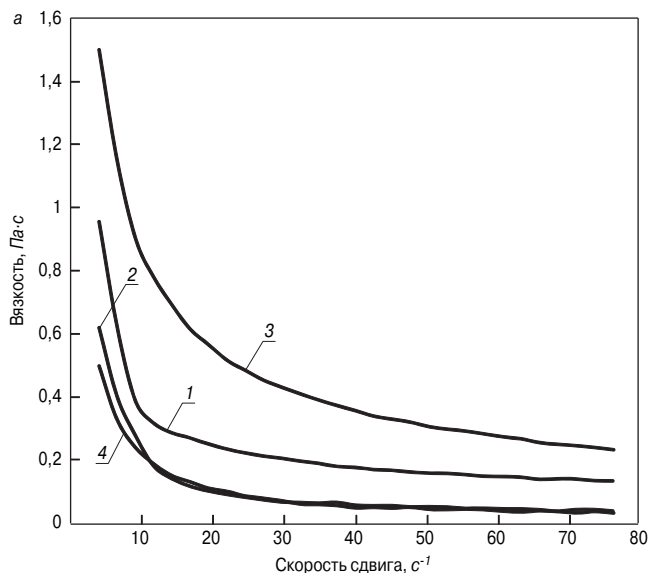


Рис. 1. Реограммы дисперсий до (а) и после (б) щелочного воздействия: 1 – А 101М, рН=8; 2 – АС-10, рН=8; 3 – А311, рН=8; 4 – А-118Д, рН=8; 5 – А 101М, рН=9; 6 – АС-10, рН=9; 7 – А311, рН=9; 8 – А-118Д, рН=9

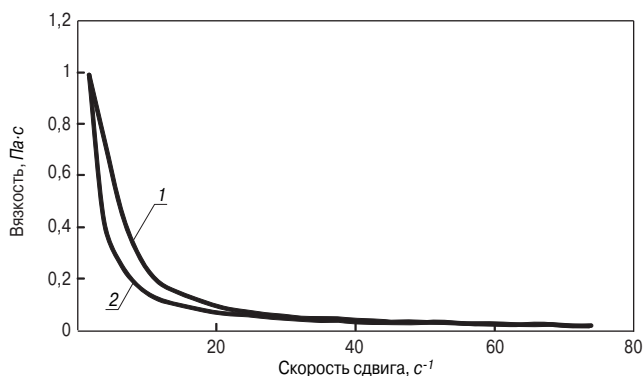


Рис. 2. Реограмма разработанной водной грунтовки: 1 – прямой ход; 2 – обратный ход

стиц, содержание нелетучих веществ и уровень кислотно-щелочного баланса.

Для определения вязкости дисперсий по стандартной методике, используемой в лакокрасочной промышленности (ГОСТ 8420), используется стандартизованная воронка емкостью 100 мл и диаметром сопла 4 мм. Однако этот метод не дает полных реологических характеристик дисперсий, не позволяет точно оценить наносимость краски, проникновение ее в пористое минеральное основание при высоких скоростях сдвига.

Для определения эффективной вязкости использовался ротационный вискозиметр Rheotest RN4.1 (Германия). Испытания проводились с использованием цилиндрической системы Searle, которая позволяет легко термостатировать систему. Эксперимент был разработан с учетом следующих критериев:

1. Опытным путем была подобрана максимальная величина градиента среза (80 с^{-1}), при котором не наблюдается дальнейшее существенное снижение вязкости дисперсии.

2. Эксперимент состоял из трех этапов, характеризующихся следующим: увеличение скорости сдвига, что способствует размешиванию и нанесению краски (120 с); выдерживание скорости сдвига – размазывание по поверхности; вовлечение в поры (60 с), снижение скорости сдвига – впитывание в основание и выравнивание внешнего слоя (120 с).

3. Щелочную модификацию проводили с помощью водного раствора 0,02 М гидроксида кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). При этом содержание воды поддерживалось на одном уровне, вследствие чего некоторые исходные растворы оказались сильно разбавленными. Выбор гидроксида обусловлен выделением его в результате гидратации цемента и воздушной извести, используемых в качестве штукатурных подложек для нанесения грунтовки, а максимальная концентрация – образованием коагулята и видимого расслоения дисперсии (при $\text{pH} = 10$).

Анализ реограмм (рис. 1) показал, что чистые акриловые дисперсии сильно подвержены воздействию щелочи, вследствие чего увеличивается их гидрофильность и происходит загущение водных растворов. Меньше всего взаимодействие с гидроксидом кальция сказалось на стирол-акриловых дисперсиях, что свидетельствует об их повышенной стойкости к омылению. Исходя из этих данных можно сказать, что лучше всего подходят для нанесения тонких впитываемых щелочестойких грунтовочных покрытий стирол-акриловые дисперсии. Акриловые дисперсии лучше всего подходят для формирования более толстых наполненных покрытий, не стекающих с вертикальных поверхностей, наносимых при высоких скоростях сдвига (краскораспылителем). При этом высокая вязкость при низких скоростях обеспечит устойчивость к оседанию пигментов без введения дополнительных добавок-загустителей.

На основе стирол-акриловой дисперсии АС-10 была разработана грунтовка следующего состава: 80% воды, 15% АС-10 и 5% добавок. Изучение реологических особенностей грунтовки выявило несовпадение кривых вязкости при увеличении скорости сдвига и последующем снижении (рис. 2). При низких скоростях сдвига (до 20 с^{-1}) отмечается некоторая величина предела текучести. Выявленного структурирования достаточно, чтобы композиция оставалась целостной и текла только при усилении сдвига.

Тиксотропия в данном случае обусловлена тем, что в спокойном состоянии молекулы полимеров в растворе образуют пространственные структуры, которые разрушаются при сдвиговой нагрузке. По окончании механического воздействия постепенно образуются новые связи и структуры [8].

Как известно, с увеличением сроков твердения цементно-известковой композиции происходит сни-

Таблица 1

Свойства	Дисперсии			
	A-118Д	A311	A 101M	AC-10
Тип мономера	Акрил	Акрил	Стирол-акрил	Стирол-акрил
Содержание нелетучих веществ, %	50±1	50±1	50±1	50±1
Минимальная температура пленкообразования, °С	13	0	20	5
Размер частиц, мкм	0,1	0,1	0,1	0,1
pH	8	8	8	8

Таблица 2

Срок твердения цементной подложки	pH водной вытяжки поверхности подложки	Контактный угол смачивания грунтом
2 г	11,3	59,1
12 мес	12,1	58,6
7 сут	12,9	16,2

жение количества выделяемого свободного гидроксида кальция, что обусловлено рядом причин: карбонизацией, замедлением гидратации цемента и т. д. В связи с этим для оценки влияния щелочности цементно-известкового камня на характер его воздействия с грунтовкой был определен уровень pH поверхности, на которую наносился разработанный состав. Для этого готовилась водная вытяжка из тонких образцов цементно-известкового камня трех сроков твердения (7 сут, 12 мес, 2 г), моделирующих покрытия, предназначенные для отделки и ремонта.

Для оценки зависимости степени пропитки поверхности цементно-известкового камня от сроков твердения и, как следствие, количества выделяемого свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на поверхность грунтовка наносилась методом висячей капли. Процесс пропитки оценивался методом контактного угла смачивания с применением программно-аппаратного комплекса KRUSS DSA30 (Германия).

Анализ полученных результатов (табл. 2) показал, что при увеличении сроков твердения штукатурного слоя и, как следствие, уменьшении pH водной вытяжки происходит повышение угла смачивания, что может свидетельствовать о понижении лиофилизации системы грунтовка – подложка за счет снижения количества взаимодействующего $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и в конечном итоге повышения гидрофобности стирол-акриловой дисперсии.

За счет капиллярного всасывания при оптимальном значении вязкости стирол-акриловой грунтовки и достаточной лиофильности достигается глубокое проникновение грунтовки в со-

став пористых цементно-известковых субстратов (рис. 3). Это позволяет использовать грунтовки как при отделке новых покрытий, так и при ремонте старых.

В свою очередь, контактный угол смачивания является комплексным показателем свойства поверхности, на которое оказывает влияние ее морфология. Изучение данного явления может стать целью дальнейших исследований.

На основе акриловой дисперсии A-118Д были изготовлены составы водно-дисперсионных красок с различной объемной концентрацией пигментов (ОКП) для окраски вертикальных поверхностей. Особенностью нанесения на вертикальные поверхности является недопущение потеков краски при нанесении толстых покрытий и ограниченная стекаемость для скрытия механического воздействия кисти и валика.

Основываясь на натуральных испытаниях трех типовых составов красок для внутренних работ с ОКП=0,75; 0,8; 0,85, можно сделать однозначный вывод, что при объемной концентрации пигмента 0,8 и выше образуется покрытие толщиной более 200 мкм без потеков, но с видимыми следами нанесения (рис. 4). Если говорить о нанесении кистью, то покрытия, при высоких скоростях сдвига имеющие вязкость выше 0,2 Па·с (рис. 5), показывают склонность к образованию рельефа. Это явление можно использовать для придания декоративности покрытиям стен и потолков.

В то же время для растекания и образования гладкого покрытия краска должна иметь ОКП≤0,75 и обеспечивать вязкость порядка 0,1–0,15 Па·с. Более сильное разжижение на

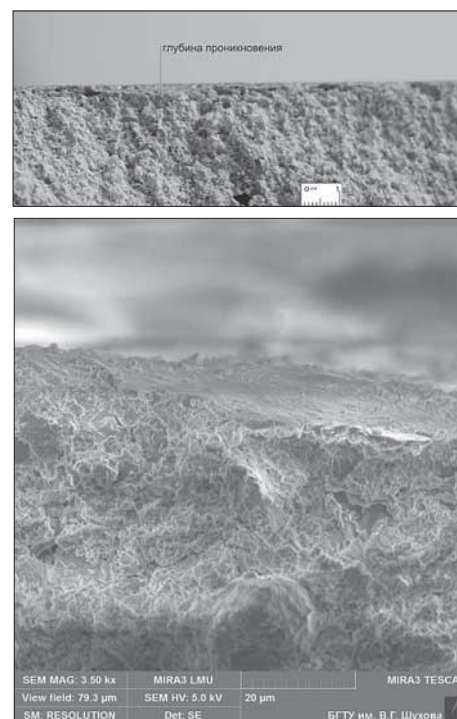


Рис. 3. Макро- и микроструктура цементно-известкового камня с нанесенным грунтом



Рис. 4. Характер покрытия краской на основе акриловой дисперсии, нанесенного на вертикальную поверхность композиции цементно-известковый камень – грунтовка

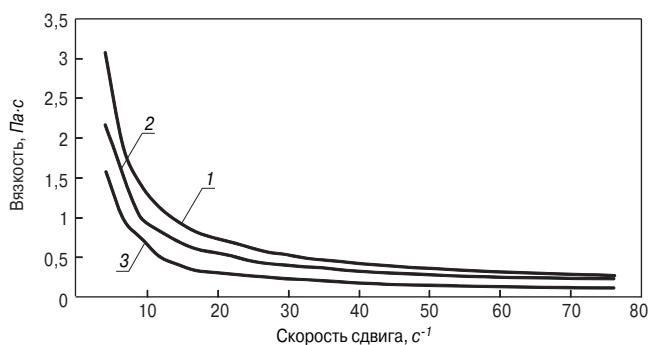


Рис. 5. Реограмма краски при различной степени наполнения пигментом

высоких скоростях сдвига может вызвать образование нежелательных потеков при нанесении краскораспылителем.

Таким образом, изучение реологических характеристик при различных скоростях сдвига позволяет достаточно точно оценить свойства акриловых и стирол-акриловых дисперсий, использовать их сильные стороны для разработки целевых покрытий, что положительным образом скажется на их потребительских свойствах. Разумеется, столь комплексной оценки свойств можно достичь только при переходе от устаревших систем воронок истечения, используемых по ГОСТу, к современному методу ротационной вискозиметрии. Исследования показали, что стирол-акриловые дисперсии наилучшим образом обеспечивают оптимальное взаимодействие с поверхностью цементно-известкового камня и, следовательно, могут быть использованы для разработки грунтовочных составов. Акриловые дисперсии, в свою очередь, ввиду более высокой подверженности щелочному воздействию, могут быть использованы в рецептурах высоконаполненных красок для предварительно загрунтованных поверхностей.

Список литературы

1. Кожухова М.И., Флорес-Вивиан И., Рао С., Строкова В.В., Соболев К.Г. Комплексное силоксановое покрытие для супергидрофобизации бетонных поверхностей // *Строительные материалы*. 2014. № 3. С. 26–30.
2. Кожухова М.И., Строкова В.В., Соболев К.С. Особенности гидрофобизации мелкозернистых бетонных поверхностей // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2014. № 4. С. 33–35.
3. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010. 448 с.
4. Толмачев И.А., Петренко Н.А. Водно-дисперсионные краски: краткое руководство для инженеров-технологов. М.: Пэйт-Медиа, 2011. 106 с.
5. Оноприенко Н.Н., Рахимбаев Ш.М. Влияние вязкости водорастворимых полимеров на их эффективность как компонентов строительных растворов // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 3. С. 62–66.
6. Хайлен В. Добавки для водорастворимых лакокрасочных материалов. М.: Пэйт-Медиа, 2011. 176 с.
7. Старовойтова И.А., Дрогун А.В., Зыкова Е.С., Семенов А.Н., Хозин В.Г., Фирсова Е.Б. Коллоидно-химическая устойчивость водных дисперсий эпоксидных смол // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 74–77.
8. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям. М.: Пэйт-Медиа, 2004. 548 с.

References

1. Kozhukhova M.I., Flores-Vivian I., Rao S., Stroko-va V.V., Sobolev K.C. Complex siloxane coating for super-hydrophobicity of concrete surfaces. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 3, pp. 26–30. (In Russian).
2. Kozhukhova M.I., Stroko-va V.V., Sobolev K.G. Features of hydrophobic fine grained concrete surfaces. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova*. 2014. No. 4, pp. 33–35 (In Russian).
3. Yakovlev A.D. Khimiya i tekhnologiya lakokrasochnykh pokrytii. [Chemistry and technology paint coatings]. SPb: KhIMIZDAT. 2010. 448 p.
4. Tolmachev I.A., Petrenko N.A. Vodno-dispersionnyye kraski: kratkoye rukovodstvo dlia inzhenerov-tekhnologov [Water-based paints a brief guide for industrial engineers]. Moscow: Paint-Media. 2010. 106 p.
5. Onoprienko N.N., Rakhimbaev Sh.M. Influence of viscosity water soluble polymers on their effectiveness as components of construction mortars. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova*. 2015. No. 3, pp. 62–66. (In Russian).
6. Khailen V. Dobavki dlya vodorastvorimykh lakokrasochnykh materialov [Additives for water-based paints and varnishes]. Moscow: Paint Media. 2011. 176 p.
7. Starovoitova I.A., Drogun A.V., Zyкова E.S., Semenov A.N., Khozin V.G., Firsova E.B. Colloidal-chemical stability of water dispersion of epoxy resins. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 10, pp. 74–77. (In Russian).
8. Brok T. Evropeiskoe rukovodstvo po lakokrasochnym materyalam y pokrytyam [European guidance for paints and coatings]. Moscow: Paint Media. 2004. 548 p.

XXI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ВОЛГАСТРОЙЭКСПО
 26-29 АПРЕЛЯ 2016 КАЗАНЬ

Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,
 Выставочный центр "Казанская ярмарка"
 тел./факс: (843) 570-51-07, 570-51-11 (круглосуточный)
 e-mail: d4@expokazan.ru
 www.volgastroeyexpo.ru, www.expokazan.ru

УДК 691.5

Н.И. КОЖУХОВА, канд. техн. наук (kozuhovanata@yandex.ru),
И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, канд. геол.-минер. наук (zhernovsky.igor@mail.ru),
Е.В. ФОМИНА, канд. техн. наук (fomina.katerina@mail.ru)

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

Фазообразование в геополлимерных системах на основе золы-уноса Апатитской ТЭЦ*

Изучена и доказана возможность получения геополлимерных вяжущих на основе золы-уноса Апатитской ТЭЦ. Выявлены основные критерии эффективности ее использования в качестве активного компонента при производстве щелочеактивированных вяжущих, среди которых: содержание свободного CaO – менее 5%, а также высокая концентрация в составе золошлаковой смеси рентгеноаморфной составляющей (стеклофазы) – более 60%. Установлено, что механическая активация оказывает положительный эффект на реакционную активность золы-уноса при ее щелочной активации двумя типами исследуемых щелочных активаторов, при этом наиболее эффективным щелочным агентом для золы-уноса Апатитской ТЭЦ является NaOH.

Ключевые слова: зола-уноса Апатитской ТЭЦ, щелочная активация, механоактивация, фазообразование.

N.I. KOZHUKHOVA, Candidate of Sciences (Engineering) (kozuhovanata@yandex.ru),
I.V. ZHERNOVSKY, Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy) (zhernovsky.igor@mail.ru),
E.V. FOMINA, Candidate of Sciences (Engineering) (fomina.katerina@mail.ru)
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (46, Kostyukov Street, Belgorod, 308012, Russian Federation)

Phase Formation in Geo-Polymer Systems on the Basis of Fly Ash of Apatity TPS*

A possibility to produce geo-polymer binders on the basis of fly ash of the Apatity TPS has been studied and proved. Main criteria of the efficiency of its use as an active component for producing alkali-activated binders are identified. Among them, the content of free CaO is less than 5% and a high concentration of the X-ray amorphous component (a glass phase) in the composition of ash-slag mixture – over 60%. It is established that the mechanical activation positively effects on the reaction activity of the fly ash when it is alkali activated by two types of alkali activators studied, in this case the most efficient agent for the fly ash of the Apatity TPS is NaOH.

Keywords: fly ash of Apatity TPS, alkali activation, mechanical activation, phase formation.

Вопросы утилизации золошлаковых отходов энергетической отрасли являются одними из приоритетных задач природоохранной политики региональных органов власти, на территориях которых существенная доля тепло- и электроэнергии вырабатывается за счет сжигания каменноугольного топлива. К ним относится, в частности, город Апатиты (Мурманская обл.) с подведомственными территориями. Энергией г. Апатиты обеспечивает Апатитская ТЭЦ филиала «Кольский» ОАО «ТГК-1», работающая на углях марок «Д» (длиннопламенный) и «Г» (газовый) Печерского и Кузнецкого угольных бассейнов [1].

Золы-уноса (ЗУ) Апатитской ТЭЦ относятся к крупнотоннажным минеральным отходам промышленности, объемы которой в настоящее время составляют около 7,5 млн т, занимающим территории золоотвалов не менее 40 га, находящиеся в черте города. При этом ежегодные выбросы и непрерывное складирование ЗУ составляют 180–200 тыс. т [2]. Основной проблемой сложившейся ситуации является полное отсутствие утилизации этого отхода, что оказывает негативное влияние на экологическую обстановку в городской среде обитания и наносит существенный вред здоровью насе-

ления. Поэтому важной задачей, стоящей перед руководством региона, является поиск путей эффективного применения отходов углесжигания Апатитской ТЭЦ. Одним из путей перехода на безотходные технологии является возможность использования золы-уноса Апатитской ТЭЦ в качестве сырьевого материала для производства бесцементных вяжущих и строительных материалов на их основе. В данной статье представлены результаты исследования по изучению возможности синтеза бесцементных вяжущих – геополлимеров на основе алюмосиликатного сырья техногенного происхождения – ЗУ Апатитской ТЭЦ с применением механоактивационного повышения реакционной способности зол и различных щелочных активаторов твердения.

В исследовании были проведены рентгенофлуоресцентное определение химического состава, рентгенометрическая диагностика; полнопрофильный количественный РФА, определение истинной плотности, удельной поверхности, определение содержания естественных радионуклидов и электронная сканирующая микроскопия.

Определение химического состава методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (табл. 1) и

Таблица 1

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	V ₂ O ₅	SrO	ППП	Σ
50,97	20,1	8,12	2,38	10,47	1,24	1,73	4,05	0,168	0,328	0,068	0,06	0,04	3,5	99,8

* Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова (№ 2011-ПП-146. Мероприятие 2 «Модернизация научно-исследовательского процесса и инновационной деятельности») с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

* The work was executed within the frame of the Program of Strategic Development of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov (№ 2011-PP-146. Action 2 «Modernization of scientific-research process and innovation activity») with the use of equipment on the basis of the Center of High Technologies, BSTU named after V.G. Shukhov.

Таблица 2

Кварц	Муллит	Магнетит	Гематит	Стеклофаза
19,93	9,08	2,84	2,02	66,13

Таблица 3

Истинная плотность, кг/м ³	Удельная поверхность, м ² /кг	Содержание естественных радионуклидов, Бк/кг
2190	358	156,41 ± 41,9

Таблица 4

№ п/п	Щелочной активатор	Длительность механоактивации, мин	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа
1	NaOH	0	1211	8,3
2	NaOH	5	1850	13,4
3	NaOH	10	1875	11,8
4	Na ₂ SiO ₃	0	1133	0
5	Na ₂ SiO ₃	5	1234	4,2
6	Na ₂ SiO ₃	10	1290	4,3

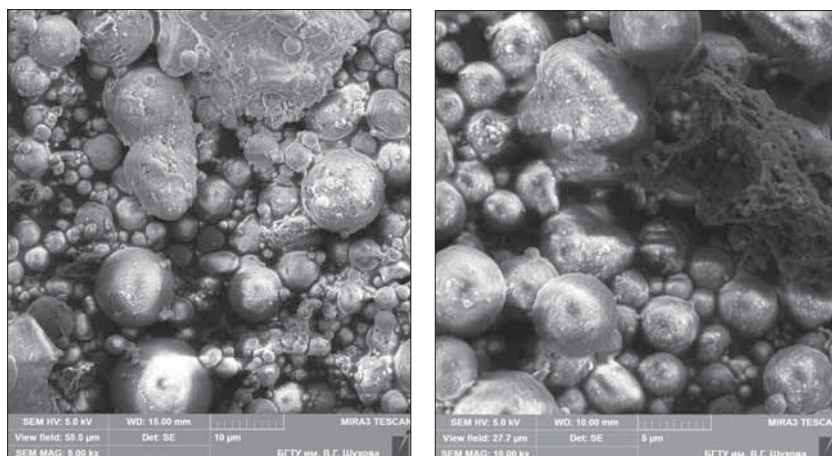


Рис. 1. Микроструктура 3У Апатитской ТЭЦ

съемка дифракционных спектров образцов (с использованием излучения Со-анода) проводилась на рентгеновой рабочей станции WorkStation ARL 9900 в Центре высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Рентгенометрическая диагностика минеральных кристаллических фаз (качественный РФА) проведена с использованием базы дифракционных данных PDF-2. Для определения количественных соотношений кристаллических фаз применен полнопрофильный количественный РФА с использованием программы DDM v.1.95e, позволяющей при применении алгоритма «Derivative Difference Minimization» не уточнять аппроксимационные параметры сложноструктурированного фона дифракционного спектра [3]. В качестве структурных моделей минеральных компонентов для полнопрофильного количественного РФА использовались данные ICSD – Inorganic Crystal Structure Database.

Согласно результатам определения химического состава, исследуемая 3У Апатитской ТЭЦ на основании ГОСТ 25818–91 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия» относится к кислой или низкокальциевой. При этом одним из основных критериев реакционной активности низко-

кальциевых алюмосиликатных сырьевых материалов является высокое содержание наиболее реакционно-активной нанокристаллической или аморфной стеклофазы в их составе. Это предопределяет протекание структурообразующих процессов в щелоч-активированной вяжущей алюмосиликатной системе.

Определение минерального и фазового состава 3У (с количественным определением концентрации рентгеноаморфной стеклофазы) проводилось методом полнопрофильного количественного РФА с внутренним эталонированием. В качестве эталона использовалась двуокись титана (анатаз) в концентрации 10 мас. %. Результаты анализа представлены в табл. 2.

Достаточно высокое (более 60 мас. %) рентгеноаморфной компоненты (стеклофазы) свидетельствует о потенциальной возможности применения 3У Апатитской ТЭЦ в качестве реакционно-активного алюмосиликатного компонента в вяжущих щелочной активации.

Не менее важными для алюмосиликатных сырьевых материалов, используемых в качестве основного компонента геополимерных вяжущих, являются физико-механические и морфологические характеристики, которые влияют на технологическую эффективность их применения. Истинная плотность 3У определялась пикнометрическим методом, удельная поверхность – на приборе ПСХ-12(SP).

Согласно приведенным в табл. 3 характеристикам, исследуемая 3У при довольно высокой удельной поверхности обладает относительно невысокой плотностью. Это объясняется ее морфологическими особенностями.

В частности, 3У Апатитской ТЭЦ представляет собой тонкодисперсный порошок, в основном состоящий из полых шарообразных частиц с гладкой стекловидной поверхностью (рис. 1).

Принимая во внимание техногенное происхождение изучаемого алюмосиликатного компонента, следует учитывать особенности его радиационной активности согласно требованиям, предъявляемым к сырьевым материалам, используемым для производства композиций строительного назначения.

В связи с этим была проведена оценка радиационной безопасности 3У путем определения содержания в ее составе естественных радионуклидов. Анализ проводился согласно ГОСТ 30108–94 с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра «ПРОГРЕСС».

Полученные результаты показали, что содержание естественных радионуклидов более чем в два раза ниже предельно допустимого значения (не более 370 Бк/кг) (табл. 3). Согласно ГОСТ 30108–94, а также Нормам радиационной безопасности НРБ-99/2009, 3У Апатитской ТЭЦ относится к первому классу опасности и может применяться во всех видах строительства.

На основании приведенных данных можно сделать вывод, что низкое содержание свободного СаО (менее

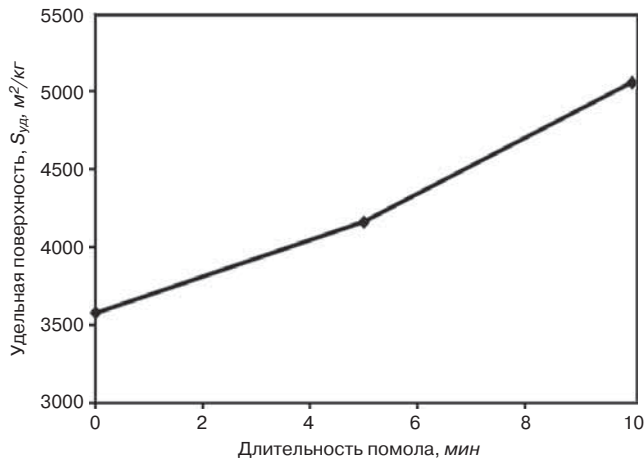


Рис. 2. Кинетика размолоспособности ЗУ Апатитской ТЭЦ

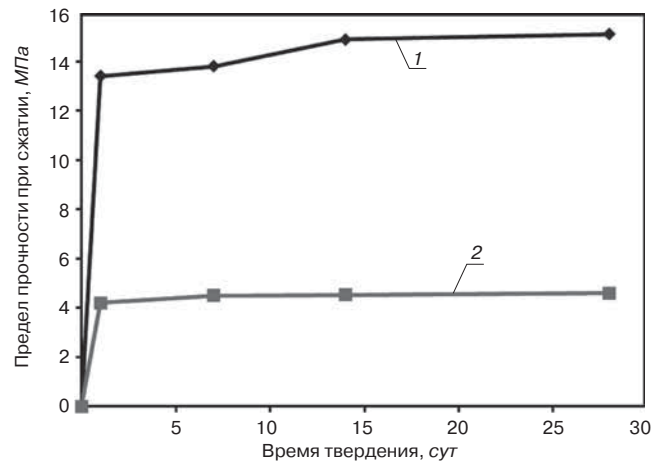


Рис. 3. Кинетика набора прочности составов щелочеактивированных вяжущих во времени: 1 – NaOH; 2 – Na₂SiO₃

5%), а также высокое содержание рентгеноаморфной составляющей (стеклофазы) (более 60%) позволяют рассматривать ЗУ Апатитской ТЭЦ в качестве активного алюмосиликатного компонента при получении бесцементных щелочеактивированных вяжущих – геополимеров.

При синтезе геополимерных вяжущих используются два вида активационных воздействий на ЗУ: механоактивационная диспергация – для увеличения удельной поверхности материала и аморфизации кристаллических компонентов (кварца и муллита), а также щелочная активация – для повышения степени растворимости SiO₂–Al₂O₃-компонентов и инициирования геополимерного структурообразования.

Механоактивационная диспергация проводилась на вибрационном истирателе ИВ1 в течение 5 и 10 мин. Результаты определения размолоспособности ЗУ Апатитской ТЭЦ представлены на рис. 2. Согласно полученным данным, исследуемая ЗУ обладает высокой

степенью размолоспособности. Среднее увеличение удельной поверхности в течение пятиминутного помола составляет 17–20%.

Для щелочной активации в качестве щелочных компонентов использовались натр едкий NaOH ЧДА (согласно ГОСТ 2263–79), а также метасиликат натрия Na₂SiO₃ технический (согласно ГОСТ 13078–81), соответствующий требованиям, предъявляемым к жидкому стеклу, применяемому для строительства. Выбор отмеченных щелочных активаторов обусловлен необходимостью обеспечения высоких значений pH-показателя их водных растворов и последующего сохранения высокощелочной среды затворения на протяжении длительного времени.

Для изучения особенностей процессов структурообразования геополимерных вяжущих на основе ЗУ Апатитской ТЭЦ в зависимости от интенсивности механоактивационного воздействия и типа щелочного активатора были заформованы шесть соста-

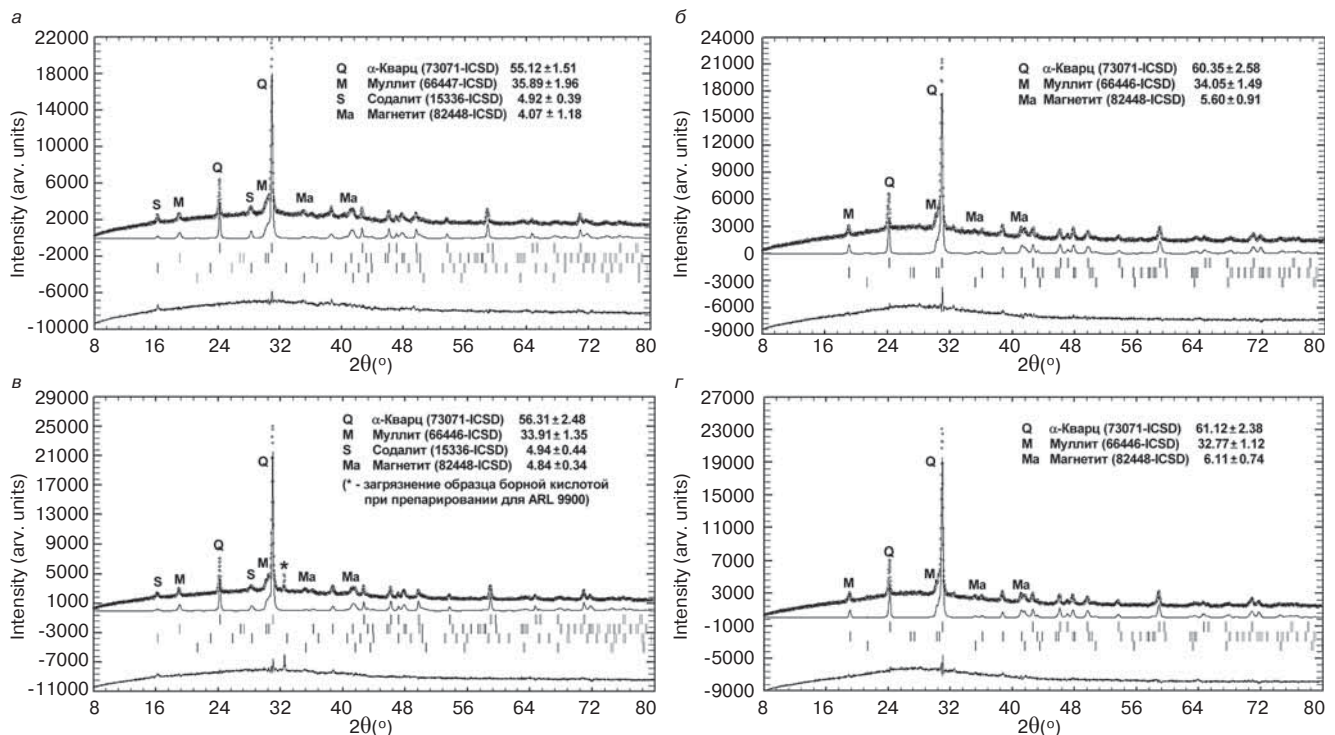


Рис. 4. Полнопрофильный количественный РФА щелочеактивированных вяжущих на основе ЗУ Апатитской ТЭЦ после: пятиминутной механоактивации (а, б); после десятиминутной механоактивации (в, г). Щелочные активаторы: а – NaOH; б – Na₂SiO₃

вов вяжущих. Подвижность для всех составов оставалась фиксированной и составляла $OK=2-4$. Содержание щелочного активатора от массы ЗУ составляло 10%.

Полученные составы были заформованы в формы-кубики размером $20 \times 20 \times 20$ мм. Образцы вяжущих были выдержаны в течение 30 мин в естественных условиях ($t=22 \pm 3^\circ C$, относительная влажность $\approx 60\%$), затем помещены в сушильный шкаф и подвержены термической сушке (ТО) в течение 24 ч по следующему режиму: нагрев до $70^\circ C - 1,5$ ч; изотермическая выдержка при $70^\circ C - 21$ ч; остывание до комнатной температуры $- 1,5$ ч. Перед ТО формы с образцами были обмотаны термостойкой пленкой во избежание чрезмерного влагоудаления.

Затвердевшие образцы вяжущих были испытаны на гидравлическом прессе в возрасте 1 сут. Результаты испытаний представлены в табл. 4.

На основании полученных результатов прочности следует отметить, что механическая активация оказывает положительный эффект на реакционную активность исследуемой ЗУ в процессе ее щелочной активации при использовании обоих щелочных агентов. При этом механическое воздействие, способствующее увеличению удельной поверхности ЗУ с длительностью более 5 мин, не сопровождается увеличением прочностных характеристик вяжущего. Для вяжущей системы, активированной Na_2SiO_3 , при повышении длительности механической активации прочностные характеристики геополимерного камня остаются неизменными (составы № 5, 6). Для составов, активированных $NaOH$, более высокая степень диспергации ЗУ (более 5 мин) приводит к снижению (примерно на 12%) прочности (составы № 2, 3).

Согласно полученным значениям предела прочности при сжатии, более эффективным щелочным активатором для рассматриваемой ЗУ является $NaOH$, обеспечивающий значения по прочности (13,4 и 11,8 МПа для составов 2 и 3 соответственно), более чем в три раза превышающие аналогичные показатели для вяжущих, активированных Na_2SiO_3 (4,2 и 4,3 МПа для составов 5 и 6 соответственно).

Наиболее оптимальной длительностью механической активации для данной ЗШС является продолжи-

тельность помола в течение 5 мин, обеспечивающая значение $S_{уд}=416$ см²/г.

Для изучения характера формирования прочностных характеристик исследуемых щелочактивированных вяжущих во времени составы были испытаны в возрасте 7, 14 и 28 сут (рис. 3).

Полученные экспериментальные данные показали, что более 80% прочности геополимерного камня формируется во время термической обработки вяжущей системы в первые 24 ч. Дальнейший прирост прочности в естественных условиях в течение 28 сут происходит менее интенсивно. Для составов на основе $NaOH$ прирост прочности на 28-е сут в среднем составил 12,6%; для составов на основе $Na_2SiO_3 - 9,5\%$.

Для изучения механизмов формирования структуры бесцементных алюмосиликатных вяжущих в различных условиях активации сырья, а также для выявления продуктов фазообразования был проведен полнопрофильный количественный РФА для составов, полученных с применением различных способов активации ЗУ (рис. 4).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что исходя из кристаллизации из щелочактивированного алюмосиликатного геля цеолитовой фазы — содалита ($Na_8[AlSiO_4]_6(OH)_2 \cdot 2H_2O$) твердение вяжущих проходило по геополимеризационному механизму. Одинаковые (в пределах погрешностей определения) концентрации содалита в вяжущих с различными временами механоактивационного воздействия (с $NaOH$ -активацией) могут быть интерпретированы как результат основного вклада в формирование алюмосиликатного геля стеклофазы ЗУ [5]. Отсутствие отражений цеолитовых новообразований на рентгенограммах образцов вяжущих с Na_2SiO_3 -активацией может быть причиной медленной скорости их кристаллизации.

Результаты исследований позволяют рассматривать ЗУ Апатитской ТЭЦ в качестве активного алюмосиликатного компонента при получении геополимерных вяжущих.

Это дает возможность расширить спектр эффективной утилизации промышленных отходов алюмосиликатного состава и их использования в качестве основного сырьевого компонента при производстве строительных композитов.

Список литературы

1. Бороухин Д.С. Проблемы устойчивого развития предприятий электроэнергетики Мурманской области в условиях мирового финансового кризиса // *Вестник МГТУ*. 2010. Т. 13. № 1. С. 165–170.
2. Пак А.А., Сухорукова Р.Н. Полистиролгазобетон: технология и свойства композиционных изделий. Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН. 2012. 101 с.
3. Solovyov L.A. Includes Rietveld and Derivative Difference Minimization (DDM) methods. // *J. Appl. Cryst.* 2004. № 37, pp. 743–749.
4. Фомина Е.В., Кожухова М.И., Кожухова Н.И. Оценка эффективности применения алюмосиликатной породы в составе композиционных вяжущих // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2013. № 5. С. 31–35.
5. Oh J.E., Moon J., Mancio M. Bulk modulus of basic sodalite, $Na_8[AlSiO_4]_6(OH)_2 \cdot 2H_2O$, a possible zeolitic precursor in coal-fly-ash-based geopolymers // *Cement and Concrete Research*. 2011. No. 41, pp. 107–112.

References

1. Boroukhin D.S. Problems of sustainable development of electric power enterprises in the Murmansk Region in terms of global financial crisis. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2010. Vol. 13. No. 1, pp. 165–170. (In Russian).
2. Pak A.A., Sukhorukova R.N. Polystyrolgasobeton: tehnologia i svoistva kompozitsionnykh materialov [Polystyrene gas concrete: technology and properties of composite products]. Apatity. 2012. 101 p.
3. Solovyov L.A. Includes Rietveld and Derivative Difference Minimization (DDM) methods. *J. Appl. Cryst.* 2004. No. 37, pp. 743–749.
4. Fomina E.V., Kozhukhova M.I., Kozhukhova N.I. Estimation of efficiency of aluminosilicate rocks application in composite binders. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. 2013. No. 5, pp. 31–35. (In Russian).
5. Oh J.E., Moon J., Mancio M. Bulk modulus of basic sodalite, $Na_8[AlSiO_4]_6(OH)_2 \cdot 2H_2O$, a possible zeolitic precursor in coal-fly-ash-based geopolymers // *Cement and Concrete Research*. 2011. No. 41, pp. 107–112.

УДК 666.189.3

Я.И. ВАЙСМАН¹, д-р мед. наук; Д.Д. ЖУКОВ², канд. техн. наук;
Ю.А. КЕТОВ¹, магистрант (ketov1992@list.ru)

¹ Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614600, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29)

² Белорусская государственная академия искусств (Республика Беларусь, 220012, г. Минск, пр-т Независимости, 81)

Утилизация минеральных ват в производстве ячеистого стекла

Рассмотрены вопросы утилизации минераловатного теплоизоляционного материала после завершения жизненного цикла. Показано, что одним из перспективных направлений вторичного использования минеральной ваты может быть ее использование в качестве добавки при подготовке шихты для производства пеностекляных материалов. Обоснованы технологические операции переработки. Сделаны предложения о границах применения предложенного метода и областях использования получаемого материала.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, минеральная вата, энергоэффективность, пеностекло.

Ya.I. VAYSMAN¹, Doctor of Sciences (Medicine), D.D. ZHUKOV², Candidate of Sciences (Engineering), Yu.A. KETOV¹, Undergraduate (ketov1992@list.ru)

¹ Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky Avenue, 614600, Perm, Russian Federation)

² Belorussian State Academy of Arts (81, Nezavisimosti Avenue, 220012, Minsk, Republic of Belarus)

Utilization of Mineral Wools When Producing Cellular Glass

Issues of the utilization of mineral wool heat insulating material after the completion of the life cycle are considered. It is shown that one of the prospective ways of secondary use of mineral wool can be its use as an additive when preparing the batch for manufacturing foam glass materials. Technological operations of utilization are substantiated. Proposals about the boundaries of using the proposed method and the spheres of application of the material obtained are made.

Keywords: heat insulating materials, mineral wool, energy efficiency, foam glass.

Искусственное минеральное волокно широко применяют для производства теплоизоляционных и акустических изделий. Общий объем материалов и изделий на основе искусственного минерального волокна составляет немалую долю от выпуска теплоизоляционных и акустических материалов всех видов. Теплоизоляционные изделия на основе минерального волокна позволяют создавать различные варианты легких конструкций. Применение панельных ограждений с утеплением из минераловатных плит позволяет по сравнению со зданиями из типовых железобетонных конструкций снизить массу основных конструктивных элементов в 4–5 раз, трудоемкость монтажа здания – в 1,8–2 раза, значительно сократить сроки строительства [1].

Однако минераловатные изделия имеют ограниченный срок эксплуатации, продолжительность которого связана как с неотъемлемыми свойствами материала, так и с внешним воздействием [2].

Если предположить, что минеральная вата в процессе эксплуатации не претерпевает существенных химических изменений и разрушается только структурно-механически, то наиболее логичным вариантом ее вторичного использования является добавление в сырьевую композицию при варке расплава в производстве той же минеральной ваты. Малый удельный вес отходов и, как следствие, сложность теплопередачи и плавления могут преодолеваются путем прессования. Аналогично, например, может быть решена проблема утилизации так называемых корольков – частиц застывшего расплава сферической, вытянутой и осколочной формы. В работе [3] предложено отходы производства минеральной ваты в виде корольков прессовать с добавками жидкого стекла и глинистых материалов, после прессования и сушки отправлять полученные брикеты как вторичное сырье в производстве минеральной ваты.

Существенные отличия отработанной минеральной ваты и корольков заключаются в том, что последние образуются как побочный продукт на том же самом

производстве, а отработанная минеральная вата расщеплена в различных строительных конструкциях. Минеральная вата имеет существенно большую удельную поверхность и меньший кажущийся удельный вес, чем корольки, что затрудняет прессование.

Малые линейные размеры минерального волокна можно было бы утилизировать в тех технологиях, где сырьевые материалы также имеют малые линейные размеры, например в технологии пеностекла (размеры сырьевых зерен стекла менее 80 мкм).

Химический состав минеральных волокон также должен быть представлен преимущественно силикатами. Например, базальтовые волокна производятся из базальтовых пород вулканического происхождения, обладающих высокими теплофизическими свойствами и химической стойкостью. Основными элементами базальта являются оксиды кремния, алюминия, железа, кальция и калия [4].

Наряду с базальтовыми минеральными ватами широкое распространение получили волокнистые материалы на основе стекла и шлаков, но в любом случае химической основой волокна являются силикаты. Готовые минераловатные изделия представляют собой композиционные материалы, которые помимо собственно силикатных волокон содержат полимерную связку. Технические требования к минераловатным изделиям приведены в ГОСТ 4640–93 «Вата минеральная». Минеральная основа в готовом изделии составляет не менее 97 мас. %, по данным [5]. Оставшиеся 3 мас. % – это полимерные органические соединения, как правило, связующие смолы термореактивного твердения и масла. Обычно в качестве связки применяются мочевиномодифицированные феноло-формальдегидные смолы, так как они характеризуются низкой эмиссией формальдегида в процессе эксплуатации.

Поэтому вариант термического метода утилизации минераловатных материалов, а именно к термическим методам относится производство пеностекла, имеет дополнительное преимущество в связи с окислением

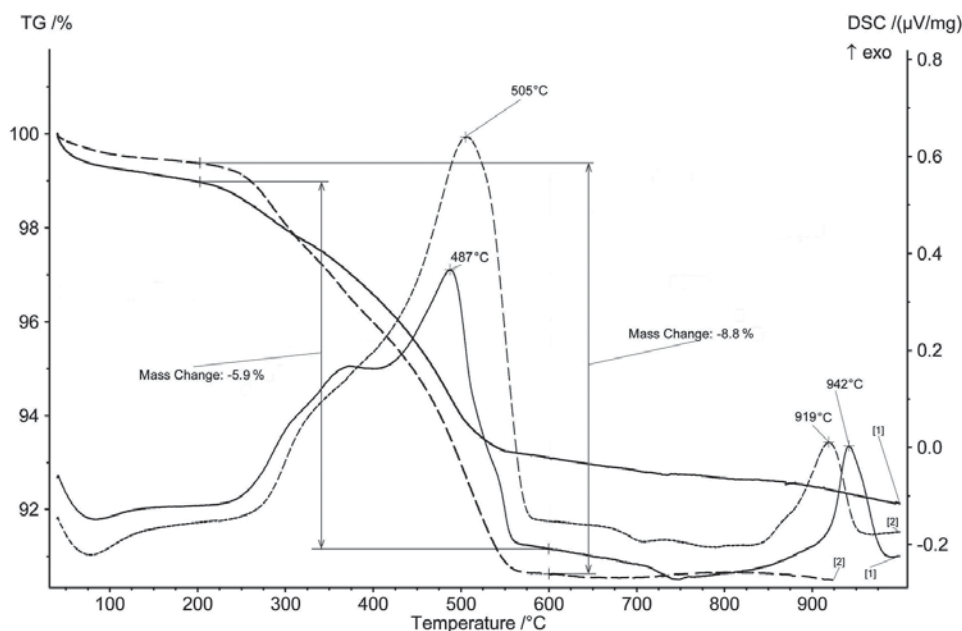


Рис. 1. Кривые термогравиметрии и дифференциально сканирующей калориметрии для образцов минеральной ваты «Эковер» и «Rockwool»

полимерной связки. Количество последней может быть в некоторых минераловатных изделиях выше 5 мас. %, но активно окисляется в воздушной среде [6]. Поэтому полимер и образующийся при его пиролизе пироуглерод можно рассматривать как восстановитель, необходимый для газообразования в условиях пиропластичности силикатного расплава.

Добавление минераловатных волокон в исходную шихту для производства пеностекла несет двойную функцию. С одной стороны, сырье обогащается силикатными составляющими, а с другой – в шихту вводится восстановитель в виде полимеров, оставшихся на поверхности волокон и в свободном состоянии. Для исследования были выбраны минераловатные утеплители марок «Эковер» и «Rockwool», взятые на объектах после года эксплуатации.

Для определения остаточного полимера и возможности использования пироуглерода, получаемого при термодеструкции полимерной связки из изделия после года эксплуатации в реальных условиях, применяли

термогравиметрический анализ. Термогравиметрический анализ проводили в атмосфере воздуха с помощью прибора синхронного термического анализа STA 449 F1 производства фирмы NETZSCH (Германия), позволяющего проводить термическое исследование образца с одновременной регистрацией термогравиметрических и калориметрических характеристик.

Результаты исследований представлены на рис. 1. Кривые термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии № 1 относятся к «Эковер», а № 2 – «Rockwool». Потеря массы в интервале температуры 200–600°C составляет в первом случае 5,9, а во втором – 8,8 мас. %. Очевидно, что процесс разложения носит ступенчатый характер и в интервале 400–430°C происходит преимущественно термодеструкция полимера. При более высокой температуре окисляется уже образовавшийся на первом этапе пироуглерод. Максимальный экзотермический эффект, наблюдаемый в первом случае при 487 и во втором при 505°C, соответствует предположительно глубокому окислению пироуглерода.

Для обоих образцов характерно наличие экзотермического пика при температуре выше 850°C с максимумами при 942 и 919°C соответственно, не сопровождаемого термогравиметрическими эффектами, что однозначно может быть обусловлено эффектом кристаллизации первоначально аморфных волокон.

Можно предположить, что наличие в составе минеральных ват органической связки будет способствовать окислительно-восстановительным процессам газообразования, что позволит отказаться от необходимости добавления в исходную композицию углерода при получении ячеистых стекол. Аморфная структура исходного волокна и химический состав позволяют на-

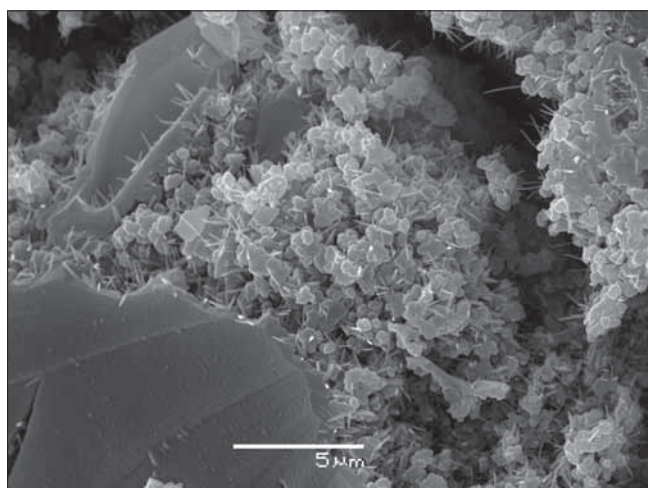


Рис. 2. Скол сырьевого блока из гидратированных полисиликатов натрия и утилизируемых минераловатных волокон

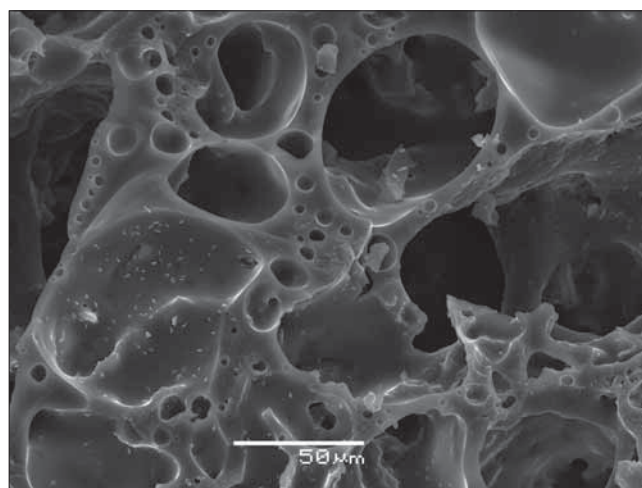


Рис. 3. Скол готового пеностеклянного блока, полученного из гидратированных полисиликатов натрия и утилизируемых минераловатных волокон

деяться на растворение волокон в стекле сырьевой композиции в пиропластичном состоянии.

Для изготовления шихты воспользовались двумя способами, описанными в литературе и отличающимися образованием твердых композиций, пригодных для термической обработки с образованием пеностекла. Это способ включает изготовление шихты из порошка стекла со связкой на основе гидратированных полисиликатов натрия [7] и метод на основе аморфного оксида кремния и гидроксида натрия [8]. В обоих случаях помол исходных сухих компонентов в шаровой мельнице осуществляли совместно с добавкой минеральной ваты. Для экспериментов применяли образцы, высушенные при температуре 80°C в течение 1 сут. Количество добавляемой минеральной ваты варьировали от 10 до 40 мас. % по отношению к количеству порошка в композиции в первом случае и к количеству аморфного оксида кремния – во втором.

Структура сырьевых материалов показана на рис. 2. После образования твердых полисиликатов из пасты результаты сканирующей электронной микроскопии демонстрируют равномерное распределение волокон минеральной ваты по матрице полисиликатов, полученных из трепела и гидроксида натрия. Аналогичная картина наблюдается и при использовании в качестве сырья стеклянного порошка с полисиликатной связкой.

Термическая обработка полученных композиций приводит к дегидратации и стеклообразованию, причем количество газов, выделяющихся при температуре термопластичности силикатов, оказывается достаточ-

ным для образования ячеистой структуры, как было показано ранее [9].

В результате во всех случаях получены образцы материалов с кажущейся плотностью 200–260 кг/м³ с образованием ячеистой структуры, характерной для пеностекляных материалов (рис. 3). В процессе термообработки композиции минеральные волокна полностью растворились в силикатном расплаве, и обнаружить их в готовом продукте не удалось.

Несмотря на возможное повышение склонности расплава к кристаллизации в случае добавления минеральных волокон и смещения состава расплава в направлении высокоплавких композиций, получаемый материал обладает однородной структурой силиката, что может быть объяснено полным растворением минеральных волокон в расплаве. Наличие полимера в составе исходного минераловатного изделия позволяет увеличить газовыделение и получить ячеистые материалы с приемлемыми характеристиками.

Таким образом, минераловатные изделия могут быть утилизированы путем добавления в шихту при получении пеностекляных материалов. Отличительной особенностью технического решения является возможность применения отходов минераловатных изделий без предварительного удаления полимерной связки.

Работа выполнена при поддержке правительства Пермского края (грант по проекту «Разработка безопасных теплоизоляционных материалов»). Финансирование международных исследовательских групп в соответствии с постановлением правительства Пермского края № 166-п от 06.04.2011 г.

Список литературы

1. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции. М.: ИНФРА-М. 2003. 268 с.
2. Бобров Ю.Л. Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов. М.: Стройиздат, 1987. 164 с.
3. Лотов В.А., Крашенинникова Н.С., Нefeldова И.Н. Способ и технология утилизации твердых отходов производства минеральной ваты // *Известия Томского политехнического университета*. 2004. Т. 307. № 6. С. 89–92.
4. Кадыкова Ю.А. Полимерный композиционный материал конструкционного назначения, армированный базальтовым волокном // *Журнал прикладной химии*. 2012. Т. 85. Вып. 9. С. 1523–1527.
5. Salthammer T., Mentese S., Marutzky R. Formaldehyde in the Indoor Environment // *Chemical Reviews*. 2010. № 110. P. 2536–2572.
6. Красновских М.П., Максимович Н.Г., Вайсман Я.И., Кетов А.А. Термическая устойчивость минераловатных теплоизоляционных материалов // *Журнал прикладной химии*. 2014. Т. 87. Вып. 10. С. 1429–1433.
7. Патент РФ 2453510. *Способ получения пеностекляных изделий* / Капустинский Н.Н., Кетов П.А., Кетов Ю.А.. Заявл. 14.10.2010. Опубл. 20.06.2012. Бюл. № 17.
8. Патент на полезную модель 115351. *Технологическая линия производства гранулированного пеносиликатного материала* / Бубенков О.А., Кетов П.А., Кетов Ю.А., Лобастов С.В. Опубл. 27.04.2012. Бюл. № 12.
9. Вайсман Я.И., Кетов А.А., Кетов П.А. Научные и технологические аспекты производства пеностекла // *Физика и химия стекла*. 2015. Т. 41. № 2. С. 214–221.

References

1. Bobrov Yu.L., Ovcharenko E.G., Shoikhet B.M., Petukhova E.Yu. *Tepliozolyatsionnye materialy i konstruktsii* [Thermal insulation materials and constructions]. Moscow: INFRA-M. 2003. 268 p.
2. Bobrov Yu.L. *Dolgovechnost' tepliozolyatsionnykh mineralovatnykh materialov* [The durability of thermal insulation of mineral materials]. Moscow: Stroiizdat. 1987. 164 p.
3. Lotov V.A., Krashenninnikova N.S., Nefeldova I.N. Method and technology of solid waste mineral wool production. *Izvestiya Tomskogo Politehnicheskogo universiteta*. 2004. Vol. 307. No. 6, pp. 89–92. (In Russian).
4. Kadykova Yu.A. The polymer composite structural purpose, reinforced with basalt fiber. *Zhurnal prikladnoi khimii*. 2012. Vol. 85. Book. 9, pp. 1523–1527. (In Russian).
5. Salthammer T., Mentese S., Marutzky R. Formaldehyde in the Indoor Environment. *Chemical Reviews*. 2010. No. 110, pp. 2536–2572.
6. Krasnovskikh M.P., Maksimovich N.G., Vaisman Ya.I., Ketov A.A. The thermal stability of mineral wool thermal insulation materials. *Zhurnal prikladnoi khimii*. 2014. Vol. 87. Book. 10, pp. 1429–1433. (In Russian).
7. Patent RF 2453510. *Sposob polucheniya penosteklyannykh izdelii* [The process for producing foamed glass products]. Kapustinskii N.N., Ketov P.A., Ketov Yu.A. Declared 14.10.2010. Published 20.06.2012. Bulletin No. 17. (In Russian).
8. Utility patent 115351. *Tekhnologicheskaya liniya proizvodstva granulirovannogo penosilikatnogo materiala* [Technological line of granular foam silicat material]. Bubenkov O.A., Ketov P.A., Ketov Yu.A., Lobastov S.V. Published 27.04.2012. Bulletin No. 12. (In Russian).
9. Vaisman Ya.I., Ketov A.A., Ketov P.A. Scientific and technological aspects of the production of foam glass. *Fizika i khimiya stekla*. 2015. Vol. 41. No. 2, pp. 214–221. (In Russian).

Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы»® в 2015 г.*

- Проблемы материальной базы и состояние отрасли строительства**
Актуализированная редакция ГОСТ 379 № 10. С. 4
Буткевич Г.Р., Семенов А.А. Состояние промышленности нерудных строительных материалов. На примере России и США № 11. С. 54
Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Производство автоклавного газобетона в России № 6. С. 52
Горбачев Б.Ф., Красникова Е.В. Состояние и возможные пути развития сырьевой базы каолинов, огнеупорных и тугоплавких глин в Российской Федерации № 4. С. 6
Гуров Н.Г. Фарфоровый камень из Карачаево-Черкесской Республики – новый перспективный сырьевой компонент для производства строительной керамики № 4. С. 25
Дугуев С.В., Иванова В.Б., Сатвалдинов К.Ж. Практические аспекты импортозамещения пигментирующих материалов в строительной отрасли России № 6. С. 61
Король О.А. Исследования и наукоемкие разработки в области энергоэффективного строительного производства № 6. С. 13
Кролевецкий Д.В., Грызунов Р.Н. Воронежское рудоуправление: развитие компании и расширение ассортимента латенских глин для керамического кирпича № 4. С. 18
Новый ГОСТ гипсокартона КНАУФ. № 3. С. 20
Семёнов А.А. Рынок керамических стеновых материалов: итоги 2014 и прогноз на 2015 год. ... № 4. С. 3
Талпа Б.В., Котляр А.В. Минерально-сырьевая база литифицированных глинистых пород Юга России для производства строительной керамики № 4. С. 31
- Материалы и конструкции**
Адамцевич А.О., Еремин А.В., Пустовгар А.П., Пашкевич С.А. Исследование влияния внешних факторов на свойства портландцемента в условиях длительного хранения № 1. С. 53
Баранов И.М., Егоров Ю.М. Новые композиционные минералополимеры и термопластобетон для применения в дорожном и специальном строительстве. № 1. С. 9
Белов В.В., Субботин С.Л., Куляев П.В. Прочностные и деформативные свойства бетонов с карбонатными микронаполнителями № 3. С. 25
Бердов Г.И., Елесин М.А., Умнова Е.В. Высокопрочный бетон на основе известково-серного затворителя № 3. С. 12
Бердов Г.И., Елесин М.А., Умнова Е.В. Ячеистый шлакопортландцементный бетон на известково-серном затворителе № 5. С. 74
Блажко В.П., Граник М.Ю. Гибкие базальтопластиковые связи для применения в трехслойных панелях наружных стен. № 5. С. 58
Бондарев Б.А., Бондарев А.Б., Борков П.В., Сапрыкин Р.Ю., Жариков В.А. Адгезионная прочность и выносимость защитных покрытий из полимерных композиционных материалов в элементах конструкций мостовых сооружений № 7. С. 46
Борисенко Ю.Г., Борисенко О.А., Казарян С.О., Ионов М.Ч. Влияние высокодисперсных отсевов дробления керамзита на структуру и свойства ЩМА № 5. С. 82
Бочарников А.С., Гончарова М.А., Комаричев А.В. Композиционные материалы на основе цементно-водных активированных систем для инъекционного уплотнения бетона ограждающих конструкций № 5. С. 31
Будлыжова Е.Н., Бурьянов А.Ф., Гальцева Н.А., Соловьев В.Г. Сухие строительные смеси на основе многофазового гипсового вяжущего № 6. С. 82
Бурдонов А.Е., Барахтенко В.В., Зелинская Е.В., Толмачева Н.А. Теплоизоляционный материал на основе терморезистивных смол и отходов теплоэнергетики № 1. С. 48
Бурученко А.Е., Верещагин В.И., Мушарапова С.И., Меньшикова В.К. Влияние дисперсности непластичных компонентов керамических масс на спекание и свойства строительной керамики № 8. С. 64
Бурьянов А.Ф., Кривенко В.В., Жуков А.Д. Физико-химическая природа декоративности мрамора № 11. С. 78
Вайсман Я.И., Кетов Ю.А. Массоперенос раствора силиката при сушке сырцовых гранул в технологии гранулированного пеностекла. № 1. С. 27
Вайткус С.И., Гнип И.Я. Исследование релаксации напряжения в полистирольном пенопласте в условиях одноосного сжатия с использованием математико-статистического планирования эксперимента. № 9. С. 57
Василик П.Г., Калашников Р.В., Бурьянов А.Ф., Фишер Х.-Б. Исследование причин возникновения трещин в материалах на основе гипсового вяжущего № 6. С. 88
Войтович В.А., Хряпченкова И.Н. Направления применения гидрофобизаторов в строительстве № 7. С. 76
Горностаева Е.Ю., Ласман И.А., Федоренко Е.А., Камоза Е.В. Древесно-цементные композиции с модифицированной структурой на макро-, микро- и наноуровнях. № 11. С. 13
Гурьева В.А., Дубинский В.В., Вдовин К.М. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики № 4. С. 75
Гусев В.П., Сидорина А.В. Акустические характеристики покрытий на воздуховоды и технологические трубы № 6. С. 35
Дроздок Т.А., Айзенштадт А.М., Тутыгин А.С., Фролова М.А. Неорганическое связующее для минераловатной теплоизоляции. № 5. С. 86
Евельсон Л.И., Лукутцова Н.П., Николаенко А.Н., Хомякова Е.Н., Ривоненко Я.А. Некоторые практические аспекты фрактального моделирования структуры наноконпозиционного материала № 11. С. 24
Жерновский И.В., Нелюбова В.В., Строкова В.В., Осадчий Е.Г. Фазаобразование вяжущих в системе известь – гранитное НВ в условиях автоклавного твердения № 10. С. 49
Изотов В.С., Мухаметрахимов Р.Х., Галаудинов А.Р. Исследование влияния активных минеральных добавок на реологические и физико-механические свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего № 5. С. 20

* В указатель не вошли статьи, опубликованные в данном номере. Содержание номера см. на с. 1.

- Изряднова О.В., Сычугов С.В., Полянских И.С., Перушин Г.Н., Яковлев Г.И.** Полифункциональная добавка на основе углеродных нанотрубок и микрокремнезема для улучшения физико-механических характеристик гипсоцементно-пуццоланового вяжущего . . . № 2. С. 63
- Калашников В.И., Суздальцев О.В., Мороз М.Н., Пауск В.В.** Морозостойкость окрашенных архитектурно-декоративных порошково-активированных песчаных бетонов . . . № 3. С. 16
- Кашапов Р.Р., Красникова Н.М., Морозов Н.М., Хозин В.Г.** Влияние комплексной добавки на твердение цементного камня . . . № 5. С. 27
- Кетов А.А., Толмачев А.В.** Пеностекло – технологические реалии и рынок . . . № 1. С. 17
- Кириллов А.М., Завьялов М.А.** Интерпретация свойств асфальтобетона в дорожном покрытии . . . № 4. С. 87
- Киселёв И.Я.** Равновесная сорбционная влажность ячеистых бетонов и ее полимолекулярно-адсорбированная и капиллярно-конденсированная составляющие . . . № 6. С. 20
- КНАУФ-суперлист – универсальный материал для стен и полов . . . № 4. С. 54**
- Кожухова Н.И., Войтович Е.В., Череватова А.В., Жерновский И.В., Алехин Д.А.** Термостойкие ячеистые материалы на основе композиционных гипсокремнеземных вяжущих . . . № 6. С. 65
- Копаница Н.О., Касаткина А.В., Саркисов Ю.С.** Новые органоминеральные добавки на основе торфа для цементных систем . . . № 4. С. 93
- Корнев М.В., Корнева Т.П.** Стойкость силикатных материалов в воде и агрессивных средах . . . № 10. С. 8
- Королев Е.В., Вдовин М.И., Альбакасов А.И., Иноземцев А.С.** Основные свойства пропиточно-кольматирующих составов для ингибирования щелочесиликатных реакций . . . № 7. С. 24
- Котляр В.Д., Терёхина Ю.В., Котляр А.В.** Особенности свойств, применение и требования к клинкерному кирпичу . . . № 4. С. 72
- Котлярский Э.В., Воейко О.А., Лебедев Н.С.** Воздействие агрессивной среды на изменение поверхностной прочности асфальтобетона . . . № 1. С. 6
- Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н., Хозин В.Г.** Карбонатные порошки в производстве силикатного кирпича на бездобавочной извести . . . № 7. С. 10
- Кузнецова Т.В., Нефедьев А.П., Коссов Д.Ю.** Кинетика гидратации и свойства цемента с добавкой метакаолина . . . № 7. С. 3
- Леонович С.Н., Свиридов Д.В., Щукин Г.Л., Беланович А.Л., Карпушенков С.А., Савенко В.П.** Компенсация усадки пенобетона . . . № 3. С. 3
- Леонович С.Н., Свиридов Д.В., Щукин Г.Л., Радюкевич П.И., Беланович А.Л., Савенко В.П., Лесовик В.С., Гридчина А.А.** Монолитные бетоны на основе расширяющих добавок и химических модификаторов . . . № 8. С. 81
- Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л., Толстой А.Д., Володченко А.А.** Средство структур как теоретическая основа проектирования композитов будущего . . . № 9. С. 18
- Луговой А.Н., Ковригин А.Г.** Трехслойные железобетонные стеновые панели с композитными гибкими связями . . . № 5. С. 35
- Лукутцова Н.П., Устинов А.Г., Гребенченко И.Ю.** Новый вид модификатора структуры бетона – добавка на основе биосилицированных нанотрубок . . . № 11. С. 17
- Маркова И.Ю., Строкова В.В., Дмитриева Т.В.** Влияние зол-уноса на вязкоупругие характеристики дорожного битума . . . № 11. С. 28
- Менжулин М.Г., Коршунов Г.И., Афанасьев П.И., Бульбашев А.А., Бульбашева И.А.** Физические основы разрушения скальных горных пород . . . № 7. С. 5
- Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В.** Проблемы применения проникающей гидроизоляции . . . № 10. С. 80
- Митина Н.А., Лотов В.А., Сухушина А.В.** Жидкость затворения для магнезиального вяжущего . . . № 1. С. 64
- Мифы и реальные преимущества гипсовых наливных полов . . . № 6. С. 78**
- Морозова Н.Н., Кузнецова Г.В., Хозин В.Г.** Подрезной слой и гидрофобизатор в производстве газобетона . . . № 8. С. 8
- Несветаев Г.В., Кардунян Г.С.** Влияние собственных деформаций на пористость и свойства цементного камня . . . № 9. С. 38
- Низамов Р.К., Абдрахманова Л.А., Бурнашев А.И., Хозин В.Г.** Проблемы производства и перспективы применения поливинилхлоридных древесно-полимерных композитов в строительстве . . . № 5. С. 14
- Новый редиispersируемый полимерный порошок для гипсовых материалов: дополнительные свойства и преимущества . . . № 6. С. 74**
- Орешкин Д.В.** Теоретическое обоснование использования древесины мягколиственных пород в строительстве . . . № 7. С. 30
- Пастушков П.П., Жеребцов А.В.** Об эффективности применения экструдированного пенополистирола в ограждающих конструкциях первых и цокольных этажей . . . № 7. С. 68
- Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф., Полеонова Ю.Ю., Петропавловский К.С.** Ресурсосберегающие безобжиговые гипсовые композиты . . . № 6. С. 79
- Платова Р.А., Платов Ю.Т., Аргынбаев Т.М., Стафеева З.В.** Белый метакаолин: факторы, влияющие на окраску, и методы оценки . . . № 6. С. 55
- Полейко Н.Л., Леонович С.Н.** Физико-механические показатели бетона на кубовидном щебне . . . № 7. С. 13
- Политаева А.И., Елисеева Н.И., Яковлев Г.И., Перушин Г.Н., Гавранек Иржи, Михайлова О.Ю.** Роль микрокремнезема в структурообразовании цементной матрицы и формировании высолов в вибропрессованных изделиях . . . № 2. С. 49
- Пуустовгар А.П., Скворцов Т.Н., Нефёдов С.В., Иванова И.С.** Оценка влияния различных типов кромок на прочность стыков гипсовых строительных плит . . . № 7. С. 64
- Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р., Гайфуллин А.Р.** Свойства цементного камня с добавками глиниста . . . № 5. С. 24
- Сабер М., Сарайкина К.А., Яковлев Г.И., Шериф А., Абд Эльнаби С., Хельми Ш.** Прочность при сдвиге армированного базальтопластиком (АБП) бетона . . . № 9. С. 31
- Салахов А.М., Тагиров Л.Р.** Структурообразование керамики из глин, формирующих при обжиге различные минеральные фазы . . . № 8. С. 68
- Сеньков С.А., Семейных Н.С., Яковлев Г.И., Полянских И.С.** Адгезионные свойства гипсового вяжущего в присутствии калийсиликатного цемента . . . № 1. С. 69
- Славчева Г.С.** Структурные факторы обеспечения морозостойкости цементных пенобетонов . . . № 9. С. 53
- Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф., Фишер Х.-Б.** Особенности формирования структуры сталефибробетона при тепловой обработке . . . № 9. С. 43
- Строганов В.Ф., Сагадеев Е.В.** Биоповреждение строительных материалов . . . № 5. С. 5

- Токарев Ю.В., Головин Д.В., Бурьянов А.Ф., Тшао Хуйганг, Ду Тао.** О механизме влияния активных добавок на основе магнезита и углеродных нанотрубок на структуру и свойства ангидритового вяжущего. . . № 2. С. 56
- Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Розина В.Е., Буянтуев С.Л.** Мелкозернистый базальтофибробетон с нанокремнеземом № 6. С. 45
- Ушеров-Маршак А.В.** Цемент и бетон сегодня. Взгляд из Польши № 1. С. 58
- Федулов А.А.** Полы для жилых и общественных зданий № 7. С. 60
- Хозин В.Г., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К.** Общая концентрационная закономерность эффектов наномодифицирования строительных материалов. № 2. С. 25
- Хозин В.Г., Зыкова Е.С., Фахрутдинова В.Х., Гиздатуллин А.Р.** Влияние щелочной среды бетона на оксидные связующие и полимеркомпозитную арматуру № 1. С. 41
- Худовекова Е.А., Гаркави М.С.** Образование наносистем в процессе гидратации шлакощелочного вяжущего № 2. С. 10
- Черкасов В.Д., Бузулуков В.И., Тараканов О.В., Емельянов А.И.** Структурообразование цементных композитов с добавкой модифицированного диатомита № 11. С. 75
- Чернышов Е.М., Славчева Г.С., Ким Л.В.** О конструкционном потенциале структуры высокотехнологичных бетонов с учетом температурно-влажностных эксплуатационных состояний. № 9. С. 3
- Чижов Р.В., Кожухова Н.И., Жерновский И.В., Коротких Д.Н., Фомина Е.В., Кожухова М.И.** Фазообразование и свойства алюмосиликатных вяжущих негидратационного типа твердения с использованием перлита № 3. С. 34
- Технологии, оборудование и приборы**
- Sommer Anlagentechnik GmbH** — производственное оборудование и автоматизированные системы для заводов железобетонных изделий и конструкций. № 5. С. 40
- Автоматизация** процесса упаковки силикатного кирпича полимерными лентами. Альтернатива упаковке пакетов в термоусадочную пленку № 10. С. 27
- Автоматизированный** комплекс для определения активности алюминия и кинетики газовыделения № 8. С. 16
- Анисимова С.В., Коршунов А.Е., Зекин А.А.** Возможность переработки древесных отходов при производстве гипсовых изделий. № 6. С. 70
- Антонов А.И., Леденев В.И., Соломатин Е.О., Шубин И.Л.** Расчет шума при проектировании звукоизолирующих кожухов технологического оборудования. . . . № 6. С. 39
- Ашмарин А.Г., Илюхина Л.Г., Илюхин В.В., Курносков В.В., Синянский В.И.** Инновационные проекты производства конструктивных и теплоэффективных керамических материалов из местного сырья № 4. С. 57
- Барабаш Д.Е., Потапов Ю.Б., Чернухин С.П., Волков В.В.** Прогностическая оценка работоспособности строительных полимерных эластомеров СВЧ-резонансным методом. № 1. С. 36
- Белов В.В., Образцов И.В.** Использование виртуальных тренажеров для работников заводских лабораторий № 3. С. 67
- Бобин В.А., Бобина А.В.** Гирскопическая мельница — новая энергоэффективная техника для безударного разрушения твердых материалов № 3. С. 63
- Васильев Ю.Э., Илюхин А.В., Колбасин А.М., Марсов В.И., Динь Ан Нинь.** Технологические возможности дозаторов с регулированием по производительности. № 1. С. 32
- Вишневский А.А., Гринфельд Г.И.** Выбор технологии производства автоклавного газобетона: ударная или литевая № 8. С. 4
- Всё «из одних рук»** — технологии и оборудование для заводов индустриального домостроения и железобетонных конструкций № 5. С. 48
- Гайсин А.М., Гареев Р.Р., Бабков В.В., Недосеко И.В., Самоходова С.Ю.** Двадцатилетний опыт применения высокопустотных вибропрессованных бетонных блоков в Башкортостане. № 4. С. 82
- Галеев И.А.** Применение насосов с сервомотором на постоянных магнитах в тяжелых гидравлических прессах № 10. С. 15
- Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н., Соловьев В.Г.** Использование синтетического ангидрита сульфата кальция для приготовления закладочных смесей № 6. С. 76
- Гончарова М.А., Копейкин А.В., Крохотин В.В.** Оптимизация методики определения минералогического состава конвертерных шлаков. № 1. С. 60
- Грановский А.В., Джамуев Б.К., Вишневский А.А., Гринфельд Г.И.** Экспериментальное определение нормального и касательного сцепления кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на различных клеевых составах. № 8. С. 22
- Гришина А.Н., Королёв Е.В.** Эффективность модифицирования цементных композитов наноразмерными гидросиликатами бария № 2. С. 72
- Данилов В.Е., Айзенштадт А.М., Фролова М.А., Турובה М.А., Карельский А.М.** Получение органоминерального наполнителя на основе древесной коры и базальта для разработки композиционных материалов № 7. С. 72
- Евтушенко С.И., Крахмальный Т.А., Крахмальная М.П., Евтушенко А.С.** Система мониторинга состояния малых железобетонных мостовых сооружений как фактор повышения их долговечности № 6. С. 32
- Езерский В.А.** Количественная оценка цвета керамических лицевых изделий № 8. С. 76
- Езерский В.А., Кузнецова Н.В., Дубровин А.И.** Улучшение свойств мелкозернистого бетона с помощью комплексных минеральных добавок № 6. С. 4
- Елсуфьева М.С., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф., Нуртдинов М.Р., Какуша В.А.** Оценка долгосрочного изменения свойств сталефибробетонов с расширяющими добавками. № 7. С. 21
- Ефременков В.В.** Совершенствование систем дозирования битума в производстве асфальтобетонных смесей № 1. С. 13
- Женжурист И.А.** Эффективность микроволновой обработки глинистых композиций при подборе шихты в технологии керамики № 4. С. 60
- Зайцева А.А., Зайцева Е.И., Коровяков В.Ф.** Повышение энергоэффективности за счет тепловой изоляции трубопроводов. № 6. С. 42
- Зайцева К.В., Тихомиров Л.А., Титунин А.А., Ибрагимов А.М.** Раскрой окоренных бревен для создания клееных конструкций с изменяющимися геометрическими характеристиками сечения по длине № 11. С. 62
- Ибрагимов Р.А., Изотов В.С.** Влияние механохимической активации вяжущего на физико-механические свойства тяжелого бетона. № 5. С. 17
- Ибрагимов Р.А., Пименов А.И., Изотов В.С.** Влияние ультразвуковой обработки цементного теста на физико-механические свойства цементных композиций. № 10. С. 82
- Иванов А.И., Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И.** Принципы создания оптимальной структуры керамического кирпича полусухого прессования № 4. С. 65

- Иноземцев А.С., Королев Е.В.** Деформации высокопрочных легких бетонов на полых микросферах и способ их снижения № 9. С. 23
- Исаева Ю.В., Величко Е.Г., Касумов А.Ш.** Оптимизация структуры сверхлегкого цементного раствора с учетом геометрических и физико-механических характеристик компонентов № 8. С. 84
- Итальянская компания Nordimpianti** – лидер безопасного формования в Тюменской области № 10. С. 36
- Калитина М.А., Казьмина А.В., Матвеева О.А., Мазикова Т.А.** Выбор решения для улавливания и утилизации пылевых выбросов № 5. С. 77
- Карпиков Е.Г., Янченко В.С., Королева Е.Л., Семичев С.М., Новикова В.И., Патугин А.С.** Экстремальное моделирование оптимального состава и содержания микронаполнителя в бетоне . . . № 11. С. 9
- Карпова Е.А., Мохамед Али Элсаед, Скрипюнас Г., Керене Я., Кичайте А., Яковлев Г.И., Мацяускас М., Пудов И.А., Алиев Э.В., Сеньков С.А.** Модификация цементного бетона комплексными добавками на основе эфиров поликарбоксилата, углеродных нанотрубок и микрокремнезема № 2. С. 40
- Карпушенков С.А.** Состав сухой смеси для неавтоклавного пенобетона естественного твердения № 5. С. 70
- Клевакин В.А., Клевакина Е.В.** Эффективное решение снижения влажности глин № 8. С. 60
- Коробкова М.В.** Испытания бетонных образцов с демпфирующими добавками на динамическую прочность № 6. С. 9
- Кочетков А.В., Янковский Л.В., Кокодева Н.Е., Валиев Ш.Н.** Проектирование легких насыпей на слабых основаниях с применением геокомпозиционных материалов для строительства транспортных сооружений . . . № 11. С. 33
- Кудяков А.И., Плевков В.С., Кудяков К.Л., Невский А.В., Ушакова А.С.** Совершенствование технологии изготовления базальтофибробетона с повышенной однородностью № 10. С. 44
- Кузнецова Г.В.** Запаривание силикатного кирпича в автоклаве № 10. С. 10
- Лаповская С.Д., Сиротин О.В., Грифельд Г.И.** Экспериментальное определение скорости выхода начальной влаги из кладки из автоклавного газобетона в климатических условиях г. Киева № 8. С. 18
- Лебедев М.С., Жерновский И.В., Фомина Е.В., Фомин А.Е.** Особенности использования глинистых пород при производстве строительных материалов № 9. С. 67
- Линия** по выпуску облегченной пустотной плиты от итальянской компании NORDIMPIANTI SYSTEM SRL № 5. С. 56
- Логанина В.И., Арискин М.В., Карпова О.В., Жегера К.В.** Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой клеевой смеси с применением синтезированных алюмосиликатов № 10. С. 86
- Ломакин А.Д.** Защита болшепролетных несущих клееных деревянных конструкций № 7. С. 55
- Лотов В.А., Кутугин В.А.** Использование термической поризации смесей при получении плит из вспученного вермикулита № 5. С. 89
- Лотов В.А., Хабибулин Ш.А.** Применение модифицированного жидкостеклольного вяжущего в производстве строительных материалов . . . № 1. С. 73
- ЛСР «ЛСР. Стеновые – Москва»** продолжает славные традиции кирпичного производства Подмосковья № 4. С. 34
- Лукутцова Н.П., Постникова О.А., Соболева Г.Н., Ротарь Д.В., Оглоблина Е.В.** Фотокаталитическое покрытие на основе добавки нанодисперсного диоксида титана № 11. С. 5
- МАКЕРАМ** – новый уникальный завод в России . . . № 4. С. 46
- Мамадышский кирпичный завод МАКЕРАМ** – новое современное производство керамических стеновых материалов по испанской технологии № 4. С. 44
- Монастырев А.В., Желтоухов А.В.** Опыт реконструкции отечественной шахтной печи на ОАО «Известковый завод» № 5. С. 62
- Моргун В.Н., Моргун Л.В., Виснап А.В.** Применение арматуры в изделиях из фибропенобетона . . . № 7. С. 52
- Мордвов А.А., Лихтарович М.В.** Оптимизация крепления конструкций из АГБ при заполнении наружных и внутренних стен каркасов зданий высотой до 80 м № 8. С. 26
- Нестеров А.В., Батыжев Д.З.** Новая жизнь шахтных печей № 3. С. 49
- Нижегородов А.И.** Производство и применение полистирол-вермикулитовых строительных смесей № 7. С. 41
- Новые** виды оборудования самарского завода «Строммашина» для производства извести . . № 1. С. 34
- Нуртдинов М.Р., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф.** Мелкозернистые бетоны, модифицированные нановолокнами $AlOON$ и Al_2O_3 № 2. С. 68
- ООО «Дубенский кирпичный завод»** – новый успешный проект компаний бизнес-единицы «КЕЛЛЕР ХЦВ» (KELLER H.C.W.) № 4. С. 38
- Оптимизация** производства АГБ при внедрении специализированных газообразователей марок «Газобето» № 8. С. 12
- Орлов А.Д.** Оптимизированная одностадийная технология гранулированного пеностекла на основе низкотемпературного синтеза стеклофазы . . . № 1. С. 24
- Остроух А.В., Недосеко И.В., Айсарина А.А., Струговец М.И.** Проектирование автоматизированной системы управления заводами и станками по производству растворных и бетонных смесей № 10. С. 70
- Парута В.А., Брынзин Е.В., Грифельд Г.И.** Физико-механические основы проектирования штукатурных растворов для газобетонной кладки № 8. С. 30
- Петелин А.Д., Сапрыкин В.И., Клевакин В.А., Клевакина Е.В.** Особенности применения глин Нижнеуральского месторождения в производстве керамического кирпича № 4. С. 28
- Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф., Образцов И.В., Петропавловский К.С.** Моделирование структуры гипсовых композитов № 5. С. 66
- Плешко М.В., Плешко М.С.** Разработка нового состава ангоба на основе криолита и анортозита № 4. С. 78
- Профессиональное** оборудование для производства и упаковки силикатного кирпича № 10. С. 25
- Пыкин А.А., Васюнина С.В., Калугин А.А., Споднейко А.А., Аверьяненко Ю.А., Александрова М.Н.** Повышение эффективности крупнопористого керамзитобетона нанодисперсными добавками № 11. С. 20
- Ройфе В.С.** Некоторые проблемы определения влажности материалов ограждающих конструкций зданий № 6. С. 23
- Руденский А.В., Тараканов С.А.** Совершенствование технологии производства дорожных асфальтобетонных смесей путем использования предварительно приготовленных гранул концентрата асфальтового вяжущего № 1. С. 4
- Сарайкина К.А., Голубев В.А., Яковлев Г.И., Сеньков С.А., Политасва А.И.** Наноструктурирование цементного камня при дисперсном армировании базальтовым волокном № 2. С. 34
- 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 № 10. С. 64

- Сафаров К.Б.** Применение реакционноспособных заполнителей для получения бетонов, стойких в агрессивных средах № 7. С. 17
- Семенов В.С., Розовская Т.А.** Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций с применением облегченных кладочных растворов № 6. С. 16
- Синицын Н.Н., Маконков А.В.** Оценка температуры поверхности дорожного покрытия в процессе строительства № 11. С. 38
- Смирнова О.М.** Использование минерального микрозаполнителя для повышения активности портландцемента № 3. С. 30
- Современная линия** для производства предварительно напряженных пустотных плит № 10. С. 38
- Современные** отечественные автоматические линии для разгрузки высушенного кирпича и укладки его на печные вагонетки № 4. С. 50
- Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю., Иванов А.И.** Переработка углистых аргиллитов для получения керамического сырья и технологического топлива № 8. С. 50
- Строкова В.В., Айзенштадт А.М., Сивальнева М.Н., Кобзев В.А., Нелюбова В.В.** Оценка активности наноструктурированных вяжущих термодинамическим методом № 2. С. 3
- Сулейманов А.М.** Актуальные задачи в прогнозировании долговечности полимерных строительных материалов № 5. С. 10
- Сулима-Грудзинский А.В.** Некоторые актуальные вопросы в области оборудования для производства силикатных изделий № 3. С. 53
- Тихомиров С.А., Тихомиров А.Л., Шеина С.Г.** Тепловой неразрушающий метод контроля состояния строительных конструкций подземных теплопроводов № 6. С. 26
- Токарев Ю.В., Гинчицкий Е.О., Яковлев Г.И., Бурьянов А.Ф.** Эффективность модификации гипсового вяжущего углеродными нанотрубками и добавками различной дисперсности № 6. С. 84
- Федорова Г.Д., Александров Г.Н., Смагулова С.А.** Исследование устойчивости водной суспензии оксида графена № 2. С. 15
- Федосов С.В., Котков А.А., Мизонов В.Е., Елин Н.Н.** Моделирование кинетики сушки листового материала при реверсивной подаче сушильного агента № 9. С. 47
- Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Шестеркин М.Е.** О некоторых проблемах технологии безопасности и долговечности зданий, сооружений и инженерной инфраструктуры № 3. С. 8
- Хела Р., Боднарва Л.** Исследование возможности тестирования эффективности фотокатализа TiO_2 в бетоне № 2. С. 77
- Худякова Л.И., Войлошников О.В., Котова И.Ю.** Влияние механической активации на процесс образования и свойства композиционных вяжущих материалов № 3. С. 37
- Чернышов Е.М., Артамонова О.В., Славчева Г.С.** Концепции и основания технологий наномодифицирования структур строительных композитов. Часть 3. Эффективное наномодифицирование систем твердения цемента и структуры цементного камня (критерии и условия) № 10. С. 54
- Чернышов Е.М., Потамошнева Н.Д., Артамонова О.В.** Концепции и основания технологии наномодифицирования структур строительных композитов. Часть 4. Золь-гель технология нано-, микродисперсных кристаллов портландита для контактно-конденсационного компактирования структур портландитового камня и композитов на его основе № 11. С. 65
- Шмитько Е.И., Верлина Н.А.** Процессы прессформования и их влияние на качество кирпича-сырца № 10. С. 5
- Янковский Л.В., Кокодева Н.Е., Трофименко Ю.А., Валиев Ш.Н., Шашков И.Г.** Применение цифрового микроскопа при мониторинге пешеходных покрытий мостовых сооружений № 10. С. 75
- Конгрессы, семинары, выставки, юбилеи, информация**
- ePbos®** – программное обеспечение для планирования ресурсов предприятий – производителей железобетонных изделий № 11. С. 46
- LINGL** движется! № 8. С. 45
- Masa 110** № 8. С. 10
- SibBuild-2015** № 4. С. 70
- TEREX-Lime** – новое производство извести № 10. С. 18
- VII Международная конференция «Нанотехнологии в строительстве» в Египте** № 6. С. 49
- Быть рабочим на предприятиях «АК БАРС ДЕВЕЛОПМЕНТ» – престижно!** № 5. С. 39
- Влагостойкие** решения для стен и потолков № 6. С. 30
- Давидюк А.Н., Волков Ю.С.** XVII Международный конгресс по бетону № 11. С. 58
- Дзержинскому заводу силикатного кирпича ООО «Силикатстрой» – 85 лет** № 10. С. 20
- Долгожданная** встреча специалистов строительной индустрии состоялась на 19. ibausil № 11. С. 50
- Инновационные** фасадные системы № 5. С. 50
- Керамтэкс 2015** – тринадцатая ежегодная встреча российских кирпичников № 8. С. 40
- Компания «КНАУФ» в Казахстане:** производство материалов, обучение, социальная ответственность № 11. С. 42
- Компания Weckenmann** выступила генеральным подрядчиком и основным партнером российской компании при комплектации нового завода ЖБИ № 5. С. 52
- Немецкая компания ЛИНГЛ (LINGL)** на выставке МосБилд-2015 – одной из важнейших выставок года № 3. С. 42
- Несъемная** опалубка «ПЛАСТБАУ-3». Перспективы малоэтажного монолитного домостроения в России № 3. С. 22
- Новая книга** по бетонаведению № 2. С. 82
- Печи Мерц** для обжига извести в Италии № 8. С. 35
- Сапачева Л.В., Горегляд С.Ю.** Пеностекло для экологичного строительства в России № 1. С. 30
- Сварочные** линии EUROBEND для гибкого производства сеток на заказ № 5. С. 42
- Специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»** Брянского государственного инженерно-технологического университета 55 лет № 11. С. 4
- Среда** жизнедеятельности – национальный приоритет России № 7. С. 34
- Третья** конференция «Современный автоклавный газобетон» прошла в Санкт-Петербурге № 11. С. 61
- Удастся ли** сократить расходы на образование и успешно реализовать стратегию инновационного развития России? № 2. С. 39
- Фокус** на цифровые технологии в строительстве зданий № 7. С. 36
- Формула** современного строительства: «Прочность. Польза. Красота» + Доступность № 10. С. 28
- Шум** не пройдет № 8. С. 14
- Юмашева Е.И.** Немецкие промышленники в России: исторические аналогии и преемственность традиций № 5. С. 44



SACMI

ВАШ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР
В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

КРОВЕЛЬНАЯ ЧЕРЕПИЦА

ЛИЦЕВОЙ КИРПИЧ

ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ ФАСАДЫ

ПУСТОТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ

ЭКСТРУДИРОВАННАЯ ПЛИТКА

ЛИЦУЮЩИЕ БЛОКИ

ИН КЕРАМ
ИНДУСТРИЯ КЕРАМИКИ

ООО «ИНКЕРАМ» 117418 МОСКВА – Нахимовский проспект, 47 К.322.
Тел.: (499) 125 52 50, 125 54 12, 125 85 44, 129 08 44, Факс: (499) 125 32 92, 125 84 20
E-mail: inkeram@inkeram.ru · www.inkeram.ru

Посетите наш новый веб-сайт: www.sacmiheavyclay.com

Creating Solutions для производства ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ БЛОКОВ



Компания «Винербергер АГ» ввела в эксплуатацию первую в Австрии установку для заполнения керамических блоков минеральным волокном. Лидер мирового рынка будет производить новейшую из всего ассортимента керамических блоков продукцию – теплоизоляционный блок Rogotherm на линии, установленной компанией «КЕЛЛЕР ХЦВ» в рекордные сроки – всего за 8 недель



KELLER HCW GmbH

Карл-Келлер-Штрассе 2-10 • 49479 г. Иббенбюрен-Лаггенбек
Германия

Morando S.r.l.

Страда Рилате 22 • 14100 г. Асти • Италия

ООО КЕЛЛЕР ВОСТОК

Тимирязевская д.1, кор. 2, офис 2201
127422 г. Москва • Россия

Телефон: +7 495 6462821 • Телефакс: +7 495 6462834

Email: info@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru

[facebook](https://www.facebook.com/keller.hcw) www.facebook.com/keller.hcw