

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ<sup>®</sup> №12



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

ДЕКАБРЬ 2014 г. (720)

## 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](http://www.it2004.ru)

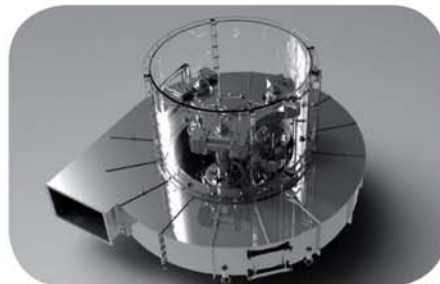


# POITTEMILL

## Метод сухой массоподготовки от компании POITTEMILL

**Улучшение качества Вашей продукции и увеличение Вашей прибыли с помощью сухого тонкого помола глины при помощи роликовой мельницы POITTEMILL**

- Тонкий помол (менее 500µм)
- Сушка сырья до 35%
- Смешивание сырья и добавок
- Точная настройка максимального размера крупы порошка
- Пневматические средства перемещения обработанного порошка
- Одна установка для достижения высокой эффективности
- Низкие эксплуатационные расходы



### ОДНО РЕШЕНИЕ - ТРИ ПРЕИМУЩЕСТВА

**КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ  
ОБЖИГА ТРЕБУЕТ ТОНКОГО  
ПОМОЛА ШИХТЫ**

#### Преимущества изделий высокого качества

##### БОЛЕЕ ЛЕГКИЕ ИЗДЕЛИЯ

с идентичными механическими характеристиками : более тонкие кровельные черепицы, более тонкие внутренние стенки блока, Более гладкая, **ИДЕАЛЬНО РОВНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ** готовых изделий

##### ПОЛНОЕ УСТРАНЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ

в готовых изделиях: ракушечника, карбоната кальция и т.д.  
Полное устранение отстрелов во время обжига благодаря тонкому помолу

##### УДВОЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ

размер полученных частиц обеспечивает высокую пластичность, однородность смеси для более эффективной связки частиц, которая, в свою очередь, увеличивает механическую прочность кровельной черепицы, кирпича и блоков.

#### Преимущества в экономии энергии

##### СУШКА И ОБЖИГ

более быстрая сушка и обжиг из-за более легких и тонких изделий

##### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕЧИ

использование дополнительного источника тепла в роликовой мельнице в целях снижения себестоимости сушильного процесса

##### НИЗКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ

по сравнению с дробильной установкой (при одинаковом размере частиц)

#### Финансовые преимущества

##### КОМПАКТНАЯ УСТАНОВКА

со значительно уменьшенной требуемой площадью

##### НИЗКИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ

Техническое обслуживание ограничивается низким уровнем износа деталей помола (срок эксплуатации 1 год, в зависимости от абразивности глины)

##### УМЕНЬШЕНИЕ ДОБАВОК

эффективность добавок достигается благодаря идеальной смеси, полученной при помоле в роликовой мельнице

##### ВТОРИЧНАЯ ОБРАБОТКА

сухих или обожженных отходов производства: такие отходы могут рассматриваться как добавки



123182, Москва, ул. Маршала Василевского, дом 13, корп.3, офис 4.

Тел : +7(499) 550 50 11, +7(499) 550 50 12  
www.salvena.fr , e-mail :blinova@salvena.fr

Реклама

САЛОН СТАНКОВ, ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЙ И СЫРЬЯ ДЛЯ ИНДУСТРИИ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## CERAMATECH

27 – 30 января, 2015 | Москва, Экспоцентр на Красной Пресне



в рамках 16-й Специализированной выставки

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 2015



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

## № 12

Основан в 1955 г.

(720) декабрь 2014 г.

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

### 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)
- БАРИНОВА Л. С.,  
канд. хим. наук, вице-президент  
Российского союза строителей (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)
- ЛЕОНИЧ 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)
- ЯКОВЛЕВ Г. И.,  
д-р техн. наук, профессор (Ижевск)

© ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»,  
журнал «Строительные материалы»®, 2014

### Керамические строительные материалы

- Tecnargilla-2014 (Информация) ..... 4
- Новый кирпичный завод с самой современной технологией и оборудованием  
немецкой компании KELLER H.C.W. («КЕЛЛЕР ХЦВ ГмБХ») в Мордовии (Информация) ..... 8
- Компания BERNINI IMPIANTI («БЕРНИНИ ИМПИАНИ») (Информация) ..... 9
- Проблема удаления карбонатов окончательно решена ..... 10
- MT45 – новое поколение вентиляторов для туннельных сушилок  
итальянской фирмы Marcheluzzo Impianti (Маркелуццо Импианти) ..... 12
- ГипсоКАРТОН – основа сухого строительства (Информация) ..... 16

### Силикатные строительные материалы

- Форум известковиков и силикатчиков – «Инновационные технологии  
производства извести» и СИЛИКАТэкс-2014 (Информация) ..... 18
- С.В. ДУГУЕВ, В.Б. ИВАНОВА
- Применение модифицированных пигментов и сухих суспензий на их основе  
при производстве окрашенного силикатного кирпича ..... 26
- VIII Академические чтения РААСН – Международная научно-техническая конференция  
«Механика разрушения строительных материалов и конструкций» (Информация) ..... 30
- Г.В. КУЗНЕЦОВА
- Известковое вяжущее для стеновых силикатных изделий  
из отсевов дробления горных пород ..... 34
- Опыт производства и применения армированных конструкций  
из газобетона завода СИБИТ ..... 38
- А.Ю. СТОЛБОУШКИН, А.И. ИВАНОВ, Г.И. БЕРДОВ, В.А. СЫРОМЯСОВ, М.С. ДРУЖИНИН
- Влияние вещественного состава заполнителя из отходов сжигания топлива  
на формирование ячеистой структуры газозолобетона ..... 42

### Нерудные строительные материалы

- Г.Р. БУТКЕВИЧ
- Промышленность нерудных строительных материалов США на современном этапе ..... 46
- И.П. КУЗНЕЦОВ, А.А. ДЕМИН, В.Г. КУЗНЕЦОВ, Е.В. КОЧЕТОВ
- Расширение технологических возможностей экскаваторной техники горных  
предприятий за счет применения новых видов рабочего оборудования ..... 49

### Результаты научных исследований

- Д.В. ОРЕШКИН, В.С. СЕМЕНОВ, П.В. КАПЦОВ
- Свойства изделий из облегченных экструдированных мелкозернистых  
бетонных смесей при деформировании и разрушении ..... 54
- Н.Н. ЧЕРНОУСОВ, Р.Н. ЧЕРНОУСОВ, А.В. СУХАНОВ
- Исследование механики работы мелкозернистого шлакобетона  
при осевом растяжении и сжатии ..... 59
- В.В. ХАХИНОВ, О.В. ИЛЬИНА
- Полимерные композиционные материалы на основе полиамидобензимидазолов ..... 65
- М.Г. БРУЯКО, Д.В. КРАВЦОВА, В.В. ЮРЧЕНКО, В.Г. СОЛОВЬЕВ, В.А. УШКОВ
- Влияние обработки сырьевых материалов низкотемпературной  
неравновесной плазмой на свойства строительных растворов ..... 68
- А.И. ПАНЧЕНКО, А.Ф. БУРЬЯНОВ, В.Г. СОЛОВЬЕВ, Н.В. КОЗЛОВ, С.А. ПАШКЕВИЧ
- Комплексная оценка эффективности применения гипсового вяжущего  
повышенной водостойкости ..... 72
- Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы» в 2014 г. .... 76

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

# STROITEL'NYE MATERIALY® No. 12

Founded in 1955

(720) December 2014 r.

## Editor-in-chief

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

## Editorial Board

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

**BARINOVA L.**,  
Candidate of Sciences (Chemistry), Vice-  
President of the Russian Union of Builders  
(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)

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

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

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

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

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

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

## Ceramic building materials

**Tecnargilla-2014 (Information)..... 4**

**A New Brick Factory with Up-to-Date Technology and Equipment of the German Company KELLER H.C.W. in Mordovia (Russian Federation) (Information)..... 8**

**The Company BERNINI IMPIANTI (Information)..... 9**

**Problem of Carbonate Removal is Finally Resolved..... 10**

**MT45 is a New Generation of Ventilators for Tunnel Dryers of the Italian Firm Marcheluzzo Impianti..... 12**

**GypsumPLASTERBOARD is a Basis for Dry Construction (Information)..... 16**

## Silicate building materials

**Forum of Lime and Silicate Manufacturers – «Innovative Technologies of Lime Production» and SILIKATEks-2014 (Information)..... 18**

S.V. DUGUEV, V.B. IVANOVA

**The Use of Modified Pigments and Dry Suspensions on Their Base in Production of Coloured Silicate Brick..... 26**

**The VIII Academic Readings of RAACS – International Scientific and Technical Conference «Fracture Mechanics of Building Materials and Structures» (Information)..... 30**

G.V. KUZNETSOVA

**A Lime Binder for Wall Silicate Products from Chippings of Rock Crushing..... 34**

**Experience in the Production and Application of Reinforced Structures From Gas Concrete of the SIBIT Factory..... 38**

A.YU. STOLBOUSHKIN, A.I. IVANOV, G.I. BERDOV, V.A. SYROMYASOV, M.S. DRUZHININ

**Influence of the Material Composition of Filler from Fuel Combustion Waste on the Formation of a Gas-Ash Concrete Cellular Structure..... 42**

## Non-metallic building materials

G.R. BUTKEVICH

**U.S. Industry of Non-Metallic Building Materials at Current Stage..... 46**

I.P. KUZNETSOV, A.A. DEMIN, V.G. KUZNETSOV, E.V. KOCHETOV

**Enhancement of Technological Capabilities of Excavating Equipment of Mining Enterprises Due to the Use of New Types of Working Equipment..... 49**

## Results of scientific research

D.V. ORESHKIN, V.S. SEMENOV, P.V. KAPTSOV

**Product Properties of Lightweight Extruded Fine-Grained Concrete Mixes Under Deformation and Destruction..... 54**

N.N. CHERNOUSOV, R.N. CHERNOUSOV, A.V. SUKHANOV

**Research in Mechanics of Operation of Fine-Grained Slag Concrete under Axial Tension and Compression..... 59**

V.V. KHAKHINOV, O.V. IL'INA

**Polymeric Composite Materials on the Basis of Polyamide-Benzimidazoles..... 65**

M.G. BRUYAKO, D.V. KRAVTSOVA, V.V. YURCHENKO, V.G. SOLOV'EV, V.A. USHKOV

**Effect of Raw Materials Processing with Low Temperature Non-Equilibrium Plasma on Properties of Building Mortars..... 68**

A.I. PANCHENKO, A.F. BURIANOV, V.G. SOLOVIEV, N.V. KOZLOV, S.A. PASHKEVICH

**Complex Assessment of Efficiency of Using Gypsum Binder of Enhanced Water Resistance..... 72**

**Index of Articles Published in the Journal «Construction Materials» in 2014..... 76**

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.

Организатор:

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ**

научно-технический журнал

При поддержке:

**EQUIPceramic**

**Verdés**

Генеральный спонсор:

**LSR** ЛСР  
Стеновые

27–28 МАЯ 2015

КАЗАНЬ,  
РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН,  
РОССИЯ  
ГК «КАЗАНСКАЯ РИВЬЕРА»

ON MAY 27–28, 2015

KAZAN,  
REPUBLIC OF TATARSTAN,  
RUSSIA  
HOTEL «KAZANSKAYA RIVYERA»



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

**KERAMTEX**



Партнеры МИАП КЕРАМТЭКС:



**27.05.2015**

Посещение нового современного предприятия – ООО «Мамадышский кирпичный завод»  
VISIT TO THE NEW MODERN ENTERPRISE – MAMADYSHSKY BRICK-PLANT



**28.05.2015**

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

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

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

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

# TECNARGILLA 2014

22–26 сентября 2014 г. в итальянском Римини состоялась 24-я Международная выставка технологии и оборудования для керамической и кирпичной промышленности Tecnargilla. Это комплексное выставочное мероприятие, включающее собственно выставку, обширную деловую программу и конкурс дизайнерских работ в области декорирования керамических материалов, является крупнейшим событием в первую очередь в области тонкой и санитарно-технической керамики.

Выставка Tecnargilla-2014 показала, что после спада в керамической промышленности, обусловленного финансово-экономическим кризисом, наметился небольшой, но уверенный рост. Новые разработки в области технологии керамики и оборудования представили около 500 компаний, экспозиция заняла 75 тыс. м<sup>2</sup> выставочной площади. Было зарегистрировано 32,1 тыс. посетителей, то есть на 5,5% больше, чем в 2012 г. Увеличилось число зарубежных гостей выставки – на 6,4%. Из 101 страны мира приехали 15,7 тыс. специалистов, что составило 49% от общего числа посетителей. Это яркая иллюстрация высокого статуса выставки Tecnargilla, которая является одним из наиболее важных мировых мероприятий керамической отрасли.

Как отметили экспоненты, постоянно повышается уровень посетителей, в основном это руководители высшего звена, облеченные полномочиями для принятия решений, представители собственников, топ-менеджеры компаний, выпускающих тонкую керамику, санитарно-технические изделия и стеновые керамические материалы.

Для журнала «Строительные материалы»<sup>®</sup>, создателя международного информационно-аналитического проекта КЕРАМТЭКС, Tecnargilla-2014 стала юбилейной – пятый раз в экспозиции был представлен стенд журнала, который до сих пор остается единственным российским изданием, официально участвующим в выставке. С 2006 г.

стенд журнала «Строительные материалы»<sup>®</sup> является местом встреч, переговоров и отдыха для руководителей и специалистов керамических предприятий из России и стран СНГ. Мы гордимся тем, что в этом году именно на стенде журнала состоялось заключение договора на поставку оборудования между компанией Группы ЛСР «ЛСР. Стеновые – М» и швейцарской фирмой «Фреяматик» (FREYMATIC AG). Зарубежные партнеры имеют возможность заранее подать заявку на участие в Международной научно-практической конференции КЕРАМТЭКС, организуемой редакцией, а также обсудить условия рекламной кампании в журнале на будущий год. Мы сердечно благодарим наших коллег, сотрудников международного отдела выставочной компании Rimini Fiera Роберту Мазини и Марианну Паризини за многие годы комфортного партнерства.



В экспозиции представлено четыре тематических раздела. Собственно выставка Tecnargilla (технология и оборудование для тонкой и санитарно-технической керамики) заняла четыре павильона, Claytech (технология и оборудование для строительной керамики и кирпичной промышленности) – два павильона, Kromatech (производство пигментов, деколей, глазурей, смальт, технология окрашивания и декорирования керамических изделий) – два павильона, Kermat – инновационные разработки в области керамики, техническая керамика.



Следует отметить, что кризис подстегнул творческую мысль отрасли. Традиционный Ceramic Workshop никогда еще не поражал такими красками и формами керамических изделий. Следует отметить, что и общий тренд экспозиции был направлен на создание новых декоров и фактур отделочной керамики.

Насыщенной была деловая программа выставки. Около 800 специалистов приняли участие в 6-м Международном конгрессе по керамике, ежегодно организуемом ACIMAC. В этом году главной темой конгресса стали цифровые технологии отделки керамической плитки.

Большой интерес посетителей вызвала экспозиция работ дизайнеров и технологов, претендующих на престижную в профессиональном сообществе награду Design Award Tecnargilla.

В итальянском машиностроении для керамической промышленности продолжается укрупнение компаний. На волне кризиса некоторые весьма известные и уважаемые компании не выдерживают конкуренции и вынуждены объединяться с более сильными коллегами. Эту тенденцию продемонстрировали крупнейшие игроки на рынке технологического оборудования SACMI, SYSTEM Ceramics, SITI-B&T Group, чьи стенды, занимающие по целому павильону, включают множество известных брендов.

Для читателей журнала «Строительные материалы»® наибольший интерес всегда представляет экспозиция Claytech. В данном разделе было представлено около 50 участников, среди которых преобладали итальянские производители оборудования для кирпичной промышленности.

В деловых поездках, организуемых журналом, органично сочетаются работа на выставке и участие в деловой программе, знакомство с машиностроительными компаниями и посещение завода по производству керамических стеновых материалов.





Итальянская компания «Капачиоли» (CAPACCIOLI) относительно недавно стала партнером журнала «Строительные материалы»®. По приглашению коллег российские специалисты, участники группы КЕРАМТЭКС, посетили штаб-квартиру компании и ее машиностроительное предприятие в г. Синалунга (Sinalunga). Как многие итальянские машиностроительные фирмы, «Капачиоли» является семейным бизнесом. В настоящее время ею руководит сын основателя компании Стефано Капачиоли.



История компании началась в 1950 г. с производства автоматики для кирпичных заводов. Постоянно расширяя спектр работ и выпуска оборудования, в настоящее время «Капачиоли» является вертикально-интегрированным производителем комплектных линий для выпуска керамических строительных материалов. Все оборудование от массоподготовки до выпуска готовой продукции фирма разрабатывает и производит самостоятельно.



В 2014 г. итальянская компания «Чисмак» (CISMAC), постоянный партнер журнала и проекта КЕРАМТЭКС, отметила 40-летие. В рамках выставки Tescnargilla-2014 был организован праздник «День с Чисмак», в котором группа КЕРАМТЭКС с удовольствием приняла участие. Презентация компании «Чисмак» состоялась в главном офисе Ассоциации итальянских производителей оборудования для керамической отрасли (ACIMAC), членом которой «Чисмак» является с момента основания.

В штаб-квартире «Чисмак» российские специалисты пообщались со структурой компании, посетили одно из подразделений конструкторского отдела, много вопросов коллеги задавали на сборочном производстве.

Настоящим подарком от «Чисмак» стала уникальная экскурсия на производство знаменитого моденского бальзамического уксуса. Секретами изготовления любимой многими приправы поделились мастера одной из старейших компаний «Леонарди» (Leonardi). Нам



довелось не только узнать захватывающую и временами драматичную историю семейного дела, осмотреть производство от плантации специального винограда до розлива готовой продукции, но и отведать уксус 200-летней выдержки.



Мужская часть группы, конечно, оценила возможность посетить завод, выпускающий самые знаменитые в мире автомобили «Феррари», музей, а также совершить тест-драйв на машине, которая будет запущена в серийное производство лишь в 2015 г.



Финансово-экономический кризис тяжело отразился на кирпичной промышленности Италии, многие заводы перешли на сезонную работу, некоторые приостановили свою деятельность. Новый партнер проекта КЕРАМТЭКС итальянская компания «Маркелуццо Импианти» (Marcheluzzo Impianti) порадовала участников поездки возможностью посетить действующий кирпичный завод IBL, после чего предложила коллегам совершить увлекательное путешествие в

винодельческое хозяйство семьи Чиарли (Chiarli) – Tenuta Santa Croce, которое находится в небольшой деревне Монтевеглио (Monteveglia) в горном районе провинции Болонья. Более 30 га виноградников различных сортов расположены на высоте от 100 до 250 м над уровнем моря, где природа создала лучшие условия для получения как белых вин со свежим нежным ароматом, так и насыщенных красных вин.



Как всегда, во время насыщенной деловой поездки участники группы КЕРАМТЭКС получили много полезной информации, большое удовольствие от общения с друзьями, благодаря итальянским партнерам смогли выкроить время для модного сейчас эко-туризма, и конечно, приобрели новых знакомых.

**Следующая встреча керамиков состоится на конференции КЕРАМТЭКС в Казани 27-28 мая 2015 г. Ждем вас, друзья!**

**KELLER H.C.W.**

## Новый кирпичный завод с самой современной технологией и оборудованием немецкой компании **KELLER H.C.W.** («КЕЛЛЕР ХЦВ ГмбХ») в Мордовии



Почетные гости перерезают красную ленточку на открытии нового кирпичного завода. Слева направо: генеральный директор ОАО «Мордовцемент» С.И. Сиушов, гл. технолог О. Цыганова, глава Республики Мордовия В.Д. Волков, глава Дубенского р-на Республики Мордовия В.Г. Прокин, директор ООО «Дубенский кирпичный завод» С.А. Строителев, представитель компании «КЕЛЛЕР ХЦВ» (Германия) г-н Торстен Бертельс



Фрагмент установки сводовых горелок на туннельной печи



Печные вагонетки с кирпичами после обжига



Участники торжественного открытия на фоне готовой продукции

На территории заводского комплекса площадью 35 тыс. м<sup>2</sup> будет производиться 42,3 млн шт. в год высококачественного облицовочного кирпича формата НФ. Полностью автоматизированная производственная линия позволит выпускать широкий ассортимент керамических изделий: лицевой и рядовой кирпич разных форматов, цвета и фактуры, тротуарную клинкерную плитку нескольких типоразмеров. Другое уникальное предложение – лицевой кирпич с *флэшинг* эффектом.

Объем инвестиций при строительстве составил 1,96 млрд р., благодаря чему на старой территории завода появилось самое современное предприятие в Республике Мордовия. Теперь всю работу, которая раньше выполнялась вручную, осуществляют промышленные роботы.

Как подчеркнул глава Республики Мордовия Владимир Дмитриевич Волков, *открытие нового завода – очень важное событие и для республики, и для района, это – новые высокопроизводительные рабочие места. Как только все технологические процессы будут налажены и освоены персоналом, новое предприятие*

*составит достойную конкуренцию ведущим российским производителям. Сегодня это самый современный завод в республике и один из самых современных кирпичных заводов России.*

Качество продукции проверяется на всех стадиях производства по двенадцати техническим параметрам в собственной испытательной лаборатории. *«Мордовская глина и немецкие технологии – залог успеха Дубенского кирпичного завода. Благодаря новой для российского рынка продукции предприятие может теперь заявить о себе всему миру»,* – отметил г-н Торстен Бертельс, региональный менеджер компании «КЕЛЛЕР ХЦВ» – всемирно известного производителя машин и оборудования в грубокерамической промышленности, с чьей помощью данный проект был реализован.

Гордость от реализации совместного проекта разделили генеральный директор ОАО «Мордовцемент» Сергей Иванович Сиушов, глава Дубенского района Республики Мордовия Виктор Григорьевич Прокин, директор ООО «Дубенский кирпичный завод» Сергей Алексеевич Строителев и другие участники проекта.

## Компания BERNINI IMPIANTI («БЕРНИНИ ИМПИАТИ») основана в 1955 г. в Болонье (Италия) Лидер в области производства систем обжиговых и сушильных печей



За прошедшие 60 лет компания приобрела неоценимый опыт и знания в процессе обжига. Сотни выполненных по всему миру проектов позволили компании понять, насколько важен индивидуальный подход в вопросах оптимизации потребления энергии, качества выпускаемой продукции и экологического контроля на заводах по производству кирпича и керамики.

Благодаря штату инженеров высокой квалификации компания «БЕРНИНИ ИМПИАТИ» не только производитель и поставщик, но и надежный партнер с богатым опытом проектирования и запуска проектов, учитывающий индивидуальные потребности каждого клиента.

Компания «БЕРНИНИ ИМПИАТИ» предлагает различные варианты реализации установок в зависимости от

вида топлива, таких как нефтепродукты, газ, нефтяной кокс, уголь и различные виды биомассы.

В последние годы компания приобрела известность в России, где ею был поставлен и смонтирован ряд газовых установок. В последнее время присутствие компании на российском рынке становится все более регулярным и результативным: установлены четыре новые газовые системы и две системы, работающие на угле.

Следует отметить, что компания недавно завершила установку, работающую на угле, с оборудованием для подготовки топлива, автоматической системой подачи и наличием горелки в верхней части печи, с сенсорным экраном электрической панели, который позволяет отображать и изменять каждый параметр. Эта система полностью герметична, поэтому нет утечки пыли, что приводит к улучшению экологических и рабочих условий.

Компания постоянно инвестирует в новые технологии, обеспечивая высокий уровень обслуживания клиентов.

«БЕРНИНИ ИМПИАТИ» разработала инструмент, способный отслеживать процессы, протекающие внутри печи. Получаемые данные в виде временных характеристик температуры и давления являются ключевыми для оптимизации процесса горения.

Результатом оптимизации является последовательное уменьшение отходов горения и однородное распределение тепловой энергии в объеме печной закладки. Данный сканер высоко оценен и на российском рынке, где компания «БЕРНИНИ ИМПИАТИ» с отличными результатами провела несколько аналитических работ для клиентов.



Via Michelino 77-40127 Bologna (Italy)  
Tel. +39 051 511216  
Fax. +39 051 511032  
info@bernini-impianti.it  
www.bernini-impianti.it



# Проблема удаления карбонатов окончательно решена

Французская компания ПУАТТМИЛЛ (POITTEMILL) имеет долгую историю и большой опыт работы в области помола и селекции. Совместно со своими партнерами – проектировщиками заводов по производству кирпича и черепицы компания довела до совершенства технологию окончательного удаления загрязняющих глину компонентов (карбонатов), которые появлялись на поверхности изделий после обжига и не позволяли производителям получить качественный лицевой кирпич.

Это **инновационная технология**: в отличие от стран Европы и Азии в России сегодня нет ни одного керамического завода, использующего данную разработку компании ПУАТТМИЛЛ. Фирма познакомила российских производителей кирпича со своей новой технологией, адаптированной для переработки сырья в керамической промышленности, на конференции КЕРАМТЭКС, на выставках МОСБИЛД, ОСМ, ЮГБИЛД, КАЗБИЛД и др., а также во время поездок на европейские заводы, где уже применяется технология ПУАТТМИЛЛ **для производства изделий с высокой добавленной стоимостью**, что позволяет быстро окупить вложенные инвестиции.

Это **новая технология**: всего одна мельница позволяет обработать от 5 до 100 т/ч продукции от 30 мкм до 0,6 мм, тогда как традиционная массоподготовка для переработки такого же тоннажа, но без соответствующего качества требует более трех цилиндрических валцов, установленных в каскаде. Сухой метод помола ПУАТТМИЛЛ может переработать глину влажностью до 15%, одновременно досушивая ее при помоле. После помола до 250 мкм глина получится с влажностью 1,5%, оптимальной для выпуска КЛИНКЕРА.

Это **высокоэффективная технология**, поскольку глина, имеющая карбонатные включения, не может использоваться для производства высококачественного лицевого кирпича, лицевого клинкерного или тротуарного клинкерного кирпича. Благодаря мельнице ПУАТТМИЛЛ это становится возможным, так как все загрязняющие компоненты полностью убираются во время ультра тонкого помола от 50 до 250 мкм, чего невозможно достичь, используя классические валцы.

Инженеры фирмы ПУАТТМИЛЛ довели до совершенства систему селекции, которая позволяет отделять загрязняющие или нежелательные компоненты глины при производстве лицевых изделий.

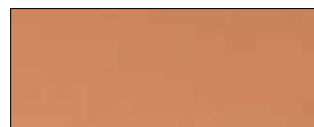
## Мельница с сепаратором SHR.

Благодаря данной сепарации производитель сырья получает глину, очищенную от ненужных включений, что позволит выпускать изделия более высокого качества. Поскольку глина подсушивается во время помола, легче контролировать необходимую влажность при формовке изделия, добавляется меньше воды, что существенно облегчает и сокращает время сушки кирпича.

Посетите сайт фирмы ПУАТТМИЛЛ [www.poittemill.fr](http://www.poittemill.fr) и откройте для себя многообразие возможностей для улучшения и обогащения вашего сырья.



Классический метод массоподготовки



Метод сухой массоподготовки с тонким помолом



Глина российского клиента после помола ПУАТТМИЛЛ



Кирпич после помола глины до 250 мкм. Все карбонаты исчезли



Комплект мельница + сепаратор



Сепаратор SHR



Песок, выделенный из глины



Глина, очищенная от песка



## Контакты в России

ул. Маршала Василевского, д. 13, к. 3, оф. 4 123182  
Москва, Россия  
info-services@salvena.fr  
Тел: + 7 499 550 50 12  
+ 7 499 550 50 11  
моб: +7 903 596 86 29



Блинова Елена Дмитриевна

# REFRATECHNIK



A trade name of Refratechnik

## “Теперь мы часть успешной группы компаний!”

Йорн Бёке, директор по продажам фирмы Refratechnik Ceramics GmbH,  
ранее BURTON GmbH & Co KG



Узнайте больше:  
[www.burton-is-now-refratechnik.com](http://www.burton-is-now-refratechnik.com)

## BURTON теперь относится к группе Refratechnik. Бренд BURTON® остаётся!

Интеграция фирмы BURTON в структуру международной группы Refratechnik является для наших заказчиков крепкой основой для долгосрочного и надёжного сотрудничества. Благодаря инвестициям в научно-исследовательские и опытно-конструкторские

разработки, а так же в современные технологии производства, мы остаёмся ведущим производителем огнеупорных систем. Мы являемся мировым лидером по производству комплексных огнеупорных систем для туннельных печей.

Refratechnik Ceramics GmbH  
Barkhausener Str. 55  
49328 Melle  
Germany  
[www.refra.com](http://www.refra.com)

Ваше контактное лицо:  
Андрей Шредер  
Тел. +49 5427 81 184  
[andreas.schroeder@refra.com](mailto:andreas.schroeder@refra.com)



## MT45 — новое поколение вентиляторов для туннельных сушилок итальянской фирмы Marcheluzzo Impianti («Маркелуццо Импианти»)

Фирма «Маркелуццо Импианти» установила вентиляторы нового поколения на ОАО «Ревдинский кирпичный завод» (Свердловская обл.).

Значение мощной и однородной внутренней вентиляции во время цикла сушки известно всем производителям кирпича. Продолжительность сушки, качество продукции и доля брака в значительной степени зависят от условий вентиляции внутри сушилки. Неустойчивая вентиляция в продольном и поперечном направлениях приводит к неравномерной усадке материала в сушилке. Усадка изделий, обдуваемых воздушным потоком большего объема или с большей скоростью, происходит раньше, чем у большинства изделий «в тени» и, как следствие, с возможным разрушением кирпича. Благодаря ряду аэродинамических решений вентилятор MT45 распространяет воздух с постоянной скоростью на весь высушиваемый материал. Специальная геометрия этого вентилятора делает возможным его установку в непосредственной близости к своду сушилки, что позволяет в полной мере использовать ее внутреннюю рабочую высоту. Традиционные же конусы нуждаются в отступе от свода сушилки не менее чем на 25 см, чтобы не иметь больших потерь, приводящих к снижению эффективности процесса сушки и создающих неравномерные потоки теплоносителя.

Большое значение фирма «Маркелуццо Импианти» придает качеству и долговечности двигателей. Благодаря увеличенным на 30% размерам и классу изоляции «Н» двигатели могут эксплуатироваться в тяжелых условиях высокой температуры и влажности. Объем операций по обслуживанию системы внутренней вентиляции по сравнению с традиционными конусами сокращен более чем на 80%. Энергоэффективность также является стратегическим аспектом нового поколения конусов: потребляемая мощность MT45 всего 1,8 кВт, что позволит обеспечить быстрый возврат инвестиций (в среднем – один год).

На рис. 1 показано сравнение вертикального профиля воздушного потока от традиционного вентилятора (синий цвет) и вентилятора нового поколения MT45 (красный цвет). Очевидно, что у нового вентилятора более эффективный и стабильный воздушный поток.

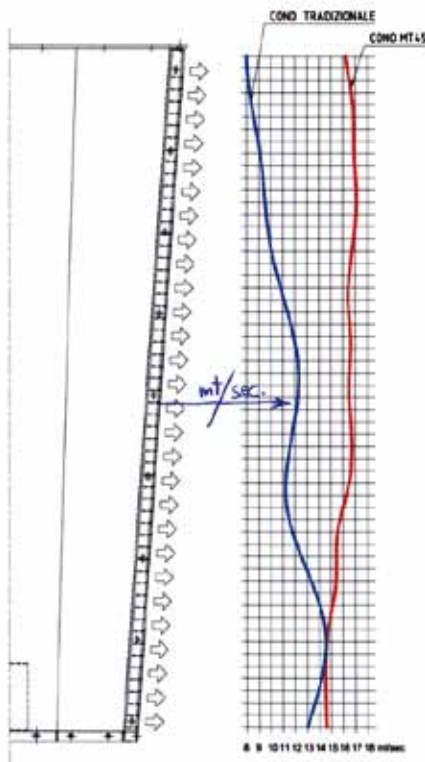


Рис. 1. Сравнение вертикального профиля воздушного потока от традиционного вентилятора (синий цвет) и нового MT45 (красный цвет)



Рис. 2. Модернизированная сушилка с установленным вентилятором MT45

Фирма «Маркелуццо Импианти» активно работает в России. Следует отметить реализованный ею заказ Ревдинского кирпичного завода, одного из крупнейших производителей кирпича на Урале. Цель проекта заключалась в полном обновлении внутренней распределительной системы воздуха туннельной сушилки, построенной более 20 лет назад.

Исходная ситуация:

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

Компания «Маркелуццо Импианти» изучила ситуацию и разработала новое поколение внутренних конических воздухораспределителей. Данные вентиляторы с отличными результатами уже применяются в аналогичных условиях на кирпичных заводах Алжира.

Новое поколение вентиляторов MT45 позволяет:

- получить практически идеальное распределение воздуха на изделия по всем направлениям;
- решить проблемы, связанные с близким нахождением свода сушилки к воздухозаборнику вентиляторов;
- облегчить техобслуживание – двигатели находятся на высоте 170 – 180 см;
- сделать техобслуживание бюджетным – двигатели класса защиты «Н» для высокой температуры (кабели покрыты силиконом);
- получить гибкую систему управления с помощью ПК;
- добиться низкого энергопотребления – всего 1,8 кВт на каждый конус.

На Ревдинском кирпичном заводе было установлено 78 конусов MT45 в три ряда, что обеспечивает воздушный поток свыше 3 млн м<sup>3</sup>/ч.

Полное энергопотребление теперь составляет всего 130 кВт, что позволит сэкономить 1,13 млн кВт в год.

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

Компания «Маркелуццо Импианти» в очередной раз продемонстрировала свое отношение к исследованию и разработке новых продуктов, отвечающих актуальным запросам рынка, и в которых энергосбережение, надежность и производительность должны стать нормой для изготовителей промышленного оборудования.

В настоящее время компании «Маркелуццо Импианти» уже поступили новые заказы от российских кирпичных заводов на модернизацию действующих сушилок и установку вентиляционной системы MT45 нового поколения.

Официальный представитель «Маркелуццо Импианти» в России  
ООО «Эстезо Трейд»

www.esteso.net olga@esteso.net skype: info.esteso.trade  
tel. + 39 345 56 55 809, + 7 495 9841928, +7 4872 252291



# Итальянская компания MARCHELUZZO IMPIANTI (МАРКЕЛУЦЦО ИМПИАНТИ): тенденция положительного роста в России в 2014 году



Президент Чечни Рамзан Кадыров на открытии нового кирпичного завода «ГрозСтройКерам» с производственной линией «Маркелуццо Импианти».



Многострунный резчик сверх высокой производительности, в момент предварительных пусконаладочных работ на предприятии «Маркелуццо Импианти» (фронтальный вид)



Многострунный резчик сверх высокой производительности в момент предварительных пусконаладочных работ на предприятии «Маркелуццо Импианти» (вид сверху)

Компания «Маркелуццо Импианти» расположена в г. Кастель-ново-д'Изола-Вичентина итальянской провинции Виченца. Фирма была основана в 1971 г. господином Дарио Маркелуццо, который управляет ею совместно с братом Джанкарло. Эта семейная фирма с момента основания занимается проектированием и изготовлением разнообразного автоматизированного оборудования для керамической промышленности.

В настоящее время компания является одним из лидеров в области производства оборудования для кирпичных заводов.

Благодаря бесспорному умению и техническому опыту «Маркелуццо Импианти» представляет в России важный ориентир для продукции «Сделано в Италии».

Сегодня компания продолжает расширять свое присутствие в России. Яркий пример этого – реализация новой линии резки кирпича на Ревдинском кирпичном заводе, специально разработанная для заказчика и которая будет интегрирована в уже существующую линию предприятия. Полностью автоматизированная система способна производить как стандартный кирпич, так и блок с очень высокой производительностью: 4 с на цикл резки стандартного полнотелого кирпича. Особое внимание уделяется точности снятия фаски, которая наносится на четыре стороны кирпича резчиком-арфой

с четырьмя дисками. Диски изготовлены из специального высоко-технологичного материала, который способствует максимальной прочности и долговечности оборудования для снятия фаски и высокого коэффициента смещения слоя глины после резки. Вся линия спроектирована так, чтобы гарантировать максимальную простоту использования и технического обслуживания.

Прочнейшая конструкция многострунного резчика укомплектована таким образом, чтобы обеспечить срок службы оборудования в течение длительного времени даже при его интенсивной работе.

Эта новая производственная линия реализована после пусконаладочных работ многострунного резчика с фаской производственной мощностью 17 тыс. шт/ч, установленного на Норском керамическом заводе.

С октября 2014 г. проводятся пуско-наладочные работы нового завода с производственной линией по выпуску кирпича и блоков в г. Грозном (Чеченская Республика), это последний проект «под ключ», реализованный «Маркелуццо Импианти».

В церемонии открытия завода принял участие президент Чечни Рамзан Ахматович Кадыров, чтобы подчеркнуть важность данного предприятия для промышленного развития региона. Завод занимает 1,3 га земли и может производить 60 млн условного кирпича в год (лицевого и стеновых блоков) в соответствии с самыми новыми технологиями. Предусмотрен полностью автоматический и экологически чистый производственный цикл.

Особое внимание было уделено энергосбережению при производстве кирпича, общее потребление электроэнергии не превышает 300 ккал/кг обожженного материала, несмотря на наличие значительного содержания карбонатов в сырье.

Таким образом, несмотря на мировой кризис, позитивная тенденция роста присутствия «Маркелуццо Импианти» в России полностью вознаграждает те усилия, которые компания приложила в последние годы, чтобы заявить о себе на этом рынке, и который в настоящее время представляет собой рынок неоспоримого значения для будущего.



Многострунный резчик и грейфер садки сырца на рамки сушильной вагонетки на заводе «ГрозСтройКерам»



# 2014中国国际陶瓷技术装备 及建筑陶瓷卫生洁具产品展览会

2014 China International Ceramics Technology, Equipment,  
Building Ceramics & Sanitaryware Exhibition

## CERAMICS CHINA 2014

May 21-24, 2014  
China Import and Export Fair  
Pazhou Complex · Guangzhou

### The World's Largest Exhibition in Ceramic Industry

**100,000** Square Meters

**60,000** Professional Visitors

**1,000** Exhibitors

**5,000** Mechanical Equipments

#### Contact:

CCPIT Building Materials Sub-Council  
11 San Li He Rd., Baiwanzhuang,  
Beijing 100831, China  
Mr. Oneal Kang Ms. Dido Liu  
Tel: +86 10 88082338  
+86 10 88082339  
Fax: +86 10 88082339  
E-mail: [info@ceramicschina.net](mailto:info@ceramicschina.net)  
Web: [www.ceramicschina.net](http://www.ceramicschina.net)

#### Organizer:

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

#### Sponsor:

BMET Co.,Ltd





*made in Italy*

**MARCHELUZZO**

ЛИДЕР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ВЫПУСКУ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ "ПОД КЛЮЧ" ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА. "MARCHELUZZO IMPIANTI" ГАРАНТИРУЕТ ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, НАДЕЖНОСТЬ КОТОРЫХ ПРОВЕРЕНА ВРЕМЕНЕМ.

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

**MARCHELUZZO IMPIANTI**

MARCHELUZZO IMPIANTI s.r.l.  
Via Brenta, 7 - 36025 - Castelnuovo di Isola Vicentina (VI) ITALY  
Tel. +39 0444 975305 - Fax +39 0444 977593  
[www.marceluzzo.com](http://www.marceluzzo.com) - [info@marceluzzo.com](mailto:info@marceluzzo.com)

ТОРГОВЫЙ ДОМ  
**ИНТА-СТРОЙ**

ООО «ТД «ИНТА-СТРОЙ», 644113, Омск, ул. 1-я Путевая, 100  
Тел.: (3812) 35 65 44, 35 65 45. E-mail: [info@inta.ru](mailto:info@inta.ru). Http: [www.inta.ru](http://www.inta.ru)

## ОБОРУДОВАНИЕ «ИНТА-СТРОЙ» ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### ВАЛЬЦЫ ТРЁХВАЛКОВЫЕ ШЛ 372 «ТРИВАЛЬ»

**Назначение**  
Для среднего и мелкого помола керамических масс и материалов средней прочности.

**Преимущества:**

- Компактность, уменьшение металлоемкости, заменяет двое валльцев.
- Один двигатель вместо двух, уменьшение мощности привода, снижение энергозатрат.

**Основные характеристики:**

- производительность, т/ч – 50;
- установленная мощность, кВт – 31,1;
- габариты (дл., шир., выс.), мм – 2764, 1458, 2310;
- масса, кг – 3950.

**Примечание: разработка новая, требует испытаний в технологической линии.**

МЫ ЗВЕНЬЯ ОДНОЙ ЦЕПИ    МЫ ЗВЕНЬЯ ОДНОЙ ЦЕПИ    МЫ ЗВЕНЬЯ ОДНОЙ ЦЕПИ

# ГипсоКАРТОН – основа сухого строительства



Производство гипсокартонных листов – одно из главных направлений деятельности немецкой компании «КНАУФ». В настоящее время эту продукцию выпускают восемь заводов в России. И если про гипс от добычи сырья до приготовления смеси для сердечника ГКЛ мы знаем практически все, то про картон – только, что он есть. Благодаря службе корпоративных коммуникаций Центрального управления группы «КНАУФ СНГ», сегодня мы можем познакомить читателей с производством второй составляющей гипсокартона – облицовочного картона. Группа руководителей ведущих строительных изданий побывала на входящем в ЗАО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» Санкт-Петербургском картонно-полиграфическом комбинате, который в настоящее время является ведущим производителем облицовочного (более 90% рынка) и коробочного (около 45% рынка) картона в России и СНГ.

Санкт-Петербургский картонно-полиграфический комбинат расположен в г. Коммунар Гатчинского р-на Ленинградской области. Это относительно молодое предприятие, запущенное в 1982 г. Уже через год был налажен выпуск первого советского мелованного картона.

В 1992 г. началась общая история комбината и немецкой фирмы «КНАУФ», которая стала одним из акционеров. В течение 1996–2000 гг. были проведены две крупные реконструкции картонного производства: модернизированы три потока переработки макулатуры и две картоноделательные машины, заводская лаборатория оснащена современным оборудованием и т. д. Усилия акционеров и коллектива предприятия позволили вывести его продукцию на принципиально новый уровень качества. В 2002 г. Санкт-Петербургский картонно-полиграфический комбинат первым в целлюлозно-бумажной промышленности России получил сертификат системы менеджмента качества ISO 9001 и системы экологического менеджмента ISO 14001. А в 2005 г. признан лучшим промышленным предприятием Ленинградской области.

Однако компания «КНАУФ» всегда стремилась к максимальной свободе действий, а для этого было необходимо увеличить долю в бизнесе. Поставленная задача была достигнута в июле 2008 г., когда между компаниями Ilim Holding S. A. (владелец ОАО «Группа «Илим») и ООО «КНАУФ ГИПС» было подписано соглашение о покупке 56% акций Санкт-Петербургского картонно-полиграфического комбината, принадлежащих Ilim Holding S. A. Таким образом, фирма «КНАУФ» увеличила свою долю в КПК до 91% и стала практически единственным владельцем предприятия.

Переход крупнейшего производителя облицовочного и упаковочного картона под контроль компании «КНАУФ» ознаменовал начало

нового этапа развития предприятия. На повестке дня очередная модернизация комбината, обеспечивающая увеличение производства картона на 25%, – строительство нового комплекса по производству облицовочного картона из вторичного сырья (макулатуры) мощностью 180 тыс. т в год. Данный проект поддержало правительство Ленинградской области.

Особо подчеркнем значение Санкт-Петербургского картонно-полиграфического комбината для экологии региона. О необходимости максимально использовать вторичные ресурсы в нашей стране много говорят, в том числе на самом высоком уровне. КПК в г. Коммунар – один из немногих, где ставят во главу угла вопросы экологии и окружающей среды.

На КПК организован замкнутый цикл водоснабжения, при котором вместо свежей воды используется сточная вода соседних предприятий, которая после биоочистки возвращается в картонное производство.

Комбинат является крупнейшим переработчиком макулатуры в России – до 850 т в сутки. Член правления совета директоров С.С. Кузнецов, с 2000-го по 2014 г. возглавлявший КПК, образно называет предприятие санитаром окружающей среды. Кроме того, использование макулатуры способствует сохранению лесных ресурсов, ведь для производства 1 т картона требуется около 4,5 м<sup>3</sup> древесины, или 1200 кг макулатуры.

К сожалению, в России нет государственной программы в этой сфере, не организован отдельный сбор макулатуры. И в этом вопросе компания «КНАУФ» показывает пример бережного отношения к окружающей среде, эффективного использования ресурсов и организации работы.



Слева направо: директор по обеспечению макулатурным сырьем А.Э. Бесси, член правления совета директоров С.С. Кузнецов (ЗАО «КНАУФ ПЕТРОБОРД»), руководитель службы корпоративных коммуникаций Центрального управления группы «КНАУФ СНГ» Л.М. Лось





Заготовкой «стратегического сырья», как называют на предприятии макулатуру, занимается фирма «Альт Папир», также вошедшая в ЗАО «КНАУФ ПЕТРОБОРД». Как рассказал на встрече с журналистами директор по обеспечению макулатурным сырьем А.Э. Басси, ежегодно в России образуется около 5,5 млн т макулатуры, из которых собирается в качестве вторичного сырья не более 2,2 млн т. При этом в Санкт-Петербурге собираемость макулатуры составляет 52%, в Москве – 42%, а в целом по стране – всего 40%.

Основным поставщиком макулатуры в России являются различные торговые сети, производства и типографии. В жилом секторе собирается около 1% всей макулатуры. Для сравнения, в Западной Европе вклад жилого сектора в общий сбор макулатуры составляет более 38%.

И в этом вопросе компания «КНАУФ» показала пример эффективной организации работы с населением, которая уже дала положительные результаты. С 2012 г. начата программа по сбору макулатуры в Санкт-Петербурге и других регионах. В городе работает семь передвижных приемных пунктов, каждый из которых заготавливает в среднем до 80 т макулатуры в месяц. Установленные 60 стационарных контейнеров позволяют собирать ежемесячно почти 150 т макулатуры в жилом секторе. В дальнейшем количество передвижных приемных пунктов будет увеличено до 15, а стационарных контейнеров – до 450.

Переработка макулатуры для производства облицовочного картона осуществляется по мокрой технологии и включает следующие основные операции: роспуск макулатуры, очистку макулатурной массы от посторонних примесей, дороспуск макулатуры, тонкую очистку макулатурной массы. После подготовки и удаления всех нежелательных примесей макулатурная масса направляется в формующее устройство картоноделательной машины, где отжимается и прессуется на крупном сите. Затем готовый картон сворачивается в рулоны и направляется на упаковку.

В настоящее время на КПК выпускается несколько видов упаковочного и облицовочного картона.

Комбинат является градообразующим предприятием, где работают более 1000 человек, большая часть которых жители Коммунара. Отопление города осуществляется с ТЭЦ комбината. За 2013 г. общий объем выплаченных налогов в бюджет всех уровней составил более 545 млн р.

Журналисты также посетили учебный центр «КНАУФ Северо-Запад», где познакомились с организацией обучения по программам КНАУФ, учебными мастерскими. Развитию сети учебных центров, взаимодействию с высшими и средними специальными учебными заведениями компания «КНАУФ» придает большое значение. Ведь произвести отличную продукцию – полдела, не менее важно правильно ее применять.



**Посещение производственного предприятия и учебного центра вновь подтвердило неуклонное следование компанией «КНАУФ» своим принципам ведения бизнеса: производить высококачественную продукцию на современном оборудовании из местного сырья с привлечением местной рабочей силы. «КНАУФ» в России занимается бизнесом, а не политикой. И весьма успешно.**

*Е.И. Юмашева*

## Форум известковиков и силикатчиков — «Инновационные технологии производства извести» и СИЛИКАТэкс-2014

8–9 октября в 2014 г. в Москве проходили одновременно две отраслевые конференции по смежной тематике: VIII Международная конференция СИЛИКАТэкс «Развитие производства силикатного кирпича в России» и III Международная конференция «Инновационные технологии производства извести». По замыслу организаторов, проведение этих двух мероприятий в рамках одного конференционного центра на параллельных площадках имеет особый смысл, так как отрасли неразрывно связаны друг с другом.

Многие заводы силикатного кирпича в России и странах СНГ по сложившейся в СССР традиции имеют собственные производства извести. В настоящее время, как правило, реконструкция и модернизация силикатного производства движется гораздо более высокими темпами. При этом известковые производства на этих же предприятиях оптимизируются по остаточному принципу.

В то же время специалистам известковых предприятий было бы полезно познакомиться с нуждами и задачами своих потенциальных клиентов. А может быть и поразмышлять о диверсификации производства.

Идея нашла отклик и в общей сложности форум известковиков и силикатчиков собрал более 215 специалистов из различных регионов России, СНГ, Балтии и дальнего зарубежья. В рамках мероприятия также была организована небольшая выставочная площадка, позволившая облегчить знакомство участников друг с другом.



Президент НППИ О.Ю. Тарарыков

Конференция «Инновационные технологии производства извести» — совместный проект журнала «Строительные материалы»<sup>®</sup> и Некоммерческого партнерства производителей извести. В работе конференции приняло участие около 80 специалистов, деятельность которых связана с производством извести: руководители и специалисты заводов производства извести и строительных материалов, машиностроительных компаний, проектных и внедренческих организаций, отраслевых ассоциаций и др. Участники представляли 17 регионов РФ и 12 стран, среди которых Беларусь, Бельгия, Германия, Италия, Китай, Латвия, Литва, Турция, Украина, Чехия, Швейцария и Эстония.

Особую гордость организаторов конференции — журнала «Строительные материалы»<sup>®</sup> и Некоммерческого партнерства производителей извести составляет тот факт, что, несмотря на нестабильную экономическую, вопросы производства и применения извести оказались выше политики.



Многие участники уже хорошо знакомы. С.Н. Тарасова (ООО «Инконтрейд», представитель компании «Гебрюдер Пфайффер СЕ») и Р.Ф. Галиахметов (ООО «Росизвесть»)



В.И. Зуев (ООО «ВПП «Известа», Воронеж)



Представители компании «Укрспецизвесть» (Днепропетровск, Украина) участвуют в конференции не первый раз, но всегда находят для себя что-то интересное



Полученная во время докладов информация вызвала серьезные размышления



На пленарной сессии было заслушано 14 докладов, которые касались технологических вопросов производства, а также современного состояния и перспектив развития известковой промышленности России и стран Восточной Европы, расширения областей ее применения, научных исследований в области получения металлургической извести и др.

С большим вниманием участники отнеслись к докладу **А.А. Семёнова** (ООО «ГС-Эксперт») о тенденциях и перспективах развития известковой промышленности России в оптимистическом и пессимистическом вариантах.

Президент Некоммерческого партнерства производителей извести **О.Ю. Тарарыков** выступил с анализом развития известковой промышленности в странах Восточной Европы, а также осветил перспективные направления применения извести.

О перспективах строительства новых известковых производств в Центральном ФО рассказал **И.В. Баранков** (ЗАО «Ковровский завод силикатного кирпича», Владимирская область). Выступление Игоря Владимировича в том числе касалось строительства нового завода во Владимирской области и вызвало серию вопросов.

Впервые на конференции «Инновационные технологии производства извести» выступил генеральный директор ООО «ВПП «Известа» **В.И. Зуев**. Компания создана в 1994 г. Результатом ее работы в последние годы стал ряд успешно реализованных проектов печей в различных регионах РФ с инновационными решениями некоторых узлов.

Также дебютантом конференции стала итальянская компания **SIMPROGETTI S.p.A.**, специали-



Б.А. Фетисов (Уральский Федеральный Университет) не только выступил с результатами научной разработки по энерготехнологической эффективности производства тонкодисперсной извести, но и был активным участником всех дискуссий



И.В. Баранков (ЗАО «Ковровский завод силикатного кирпича», Владимирская обл.)



Активные участники дискуссий задавали вопросы, которые иногда ставили в тупик даже опытных ораторов



Компания «Мэрц» является одним из мировых лидеров в области строительства шахтных печей. В этот раз менеджер по работе с ключевыми клиентами Х. Гельсдорф выступил с обзором систем сжигания топлива для производства извести. Причем такое выступление он впервые сделал на русском языке!



Самарская компания «Строммашина» хорошо известна многим производителям стройматериалов. В настоящее время компания вновь стала уделять большое внимание оборудованию для производства извести. С.В. Кожевников, руководитель дивизиона продаж, представил линию для производства высокоактивной флюсовой извести, основой которой является короткая печь 2,5×40 м с запечным двухслойным подогревателем и холодильником, а также мельницы для получения молотой извести



В. Ферри (CIMPROGETTI S.p.A.) впервые на конференции представил оборудование компании



Системам транспортирования сырья и готового продукта был посвящен доклад С.А. Абакумова (ООО «Боймер»)



Самое важное лучше зафиксировать

зирующаяся в области проектирования заводов и поставки оборудования. Советник компании CIMPROGETTI S.p.A. В. Ферри представил модельный ряд печей и гидраторы извести, а также варианты выбора печей в зависимости от сырья.

Дружеская обстановка в конференц-зале и неформальное общение во время перерывов отражалось на общем настрое мероприятия.

Участники конференции «Инновационные технологии производства извести» посетили завод «ДСК Грас Калуга», где ознакомились с технологией производства автоклавного газобетона и требованиями, предъявляемыми при этом к извести.



Е.С. Щиголева (справа) и Ж.Г. Джесур (АО «ЭРИШИМ ЭНДЮСТРИЕЛЬ», Турция) впервые приняли участие в работе конференции, поэтому список участников изучали особенно тщательно



Перерывы в работе конференции были заполнены дружеским общением, знакомствами на выставке и дискуссиями



На заводе «ДСК Грас Калуга» гости пытались понять все тонкости производства. Полученные сведения каждый фиксировал как мог: кто-то запомнил, а кто-то записывал видео



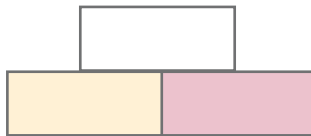
Три директора известковых заводов (слева направо): В.А. Виноградов (ОАО «Завод производства извести», Владимирская обл.), В.Д. Дьяконов (ОАО «Солигаличский известковый комбинат», Костромская обл.), С.С. Аверченков (ОАО «Искитимизвесть», Новосибирская обл.)



Про технологию производства автоклавного газобетона можно тоже рассказать очень эмоционально

Ежегодный форум силикатчиков СИЛИКАТЭкс, организуемый научно-техническим и производственным журналом «Строительные материалы»® с 2007 г., собрал этой осенью специалистов и руководителей предприятий по выпуску силикатных изделий, поставщиков сырья, представителей машиностроительных компаний и вузов из 32 регионов России, а также Белоруссии, Казахстана, Литвы, Германии, Китая. Генеральным спонсором конференции выступила единственная российская машиностроительная компания в области оборудования для силикатного кирпича ООО «Инвест-Технология» (Челябинск).

## СИЛИКАТЭКС



Программа конференции включала 13 пленарных докладов, посвященных технологии и оборудованию для производства силикатного кирпича, получению цветных изделий с высоким качеством окрашивания, применению силикатов в строительстве и др.



Генеральный директор ООО «Инвест-Технология» И.А. Галеев представил особенности технологической линии производства силикатного кирпича, реализованной на ЗАО «Калужский завод стройматериалов»



Докладчики неоднократно отмечали внимательность и деловой настрой слушателей



Применению модифицированных пигментов и сухих суспензий было посвящено выступление С.В. Дугуева (ООО «Би.Эл.Спектр»). Текст выступления читайте на стр. 26



На прошедшем СИЛИКАТэксе Г.В. Кузнецова, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций КазГАСУ, коснулась двух актуальных вопросов: образования потеков на окрашенном в массу силикатном кирпиче и методов их предотвращения и технической оснащённости современных лабораторий. И если первый вопрос касался более узкого сегмента выпускаемой продукции, то второй относился в целом ко всему ассортименту и до сих пор для многих предприятий является наиболее узким местом технологии. При этом Галина Васильевна справедливо отметила, что без возможности проведения в заводской лаборатории контроля качества сырьевых материалов, операционного контроля и конечной продукции в соответствии с нормативной документацией невозможно рассчитывать на стабильность работы всего предприятия



Большую работу в интересах силикатной промышленности ведет Ассоциация производителей силикатных изделий. Председатель правления АПСИ Н.В. Сомов рассказал о целях и задачах ассоциации, в том числе о работе по созданию межгосударственного стандарта ГОСТ 379–2015 «Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные». В настоящее время при непосредственном участии АПСИ проведена экспертиза, состоялось слушание второй редакции. Впереди заседание межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации. Ведется также работа по актуализации СНиП 3.01.01–1987 «Несущие и ограждающие конструкции» и др.



Немецкая машиностроительная компания «МАЗА» хорошо известна специалистам в РФ. Глава представительства в России, СНГ и Балтии А.К. Иванов посвятил доклад системе силикатных элементов Quadro, которые можно производить на оборудовании компании. Такая система элементов уже получила широкое распространение в Германии и других странах Западной Европы, однако в России пока делает первые шаги. Андрей Константинович подробно остановился на преимуществах крупноформатных силикатных блоков перед средне- и мелкоформатными изделиями, представил устройства малой механизации, без которых строительство из таких блоков будет неэффективным, а также рассказал о такой немаловажной особенности строений из блоков, как высокая пожарная безопасность.



Тему технологического оборудования продолжил представитель уже известной в РФ китайской компании «Хайянь Групп» Н.Н. Усманов. За последние полтора года в РФ наметилась тенденция увеличения интереса к оборудованию этой компании



Аншлаг на выставочном месте ООО «ОМС Системс». Хотя что тут удивительного, упаковка стройматериалов – это атрибут высокого качества продукции



Каждое выступление вызвало живой отклик и обсуждения на местах



Ежегодный форум производителей силикатного кирпича проводился уже восьмой раз. Как добрые друзья встретились представители заводов из различных регионов России от Твери до Иркутска, Белоруссии и Казахстана. Активное участие в конференции приняли машиностроительные и инженерные компании России, Германии, Китая, поставщики добавок и сырьевых материалов. В работе конференции приняло участие более 140 российских и зарубежных специалистов.

Силикатные изделия – кирпич, стеновые и перегородочные блоки являются одними из наиболее востребованных материалов в строительстве благодаря прекрасным экологическим качествам, относительной дешевизне и эстетическим свойствам. В последние годы благодаря внедрению современных эффективных технологий удалось добиться получения изделий со значительно более высокими физико-механическими характеристиками и четкими геометрическими показателями. Например, кирпич, произведенный на гидравлических прессах из





Поставщики и заказчики. Такая возможность личного общения! И.А. Кудряшова, начальник ПТО ЗАО «Тверской комбинат строительных материалов №2» (слева) и И.А. Харьков, коммерческий директор ЗАО «ТД Марсел»



Начальник цеха силикатного кирпича А.В. Рыков (ЗАО «Комбинат строительных материалов», Тюменская обл.) и Н.В. Мазин, справа (ООО «НПК «Химсвет», Санкт-Петербург)



Яркое выступление представителя Курганского машиностроительного завода конвейерного оборудования А.В. Тихоновой сразу привлекло потенциальных заказчиков оборудования



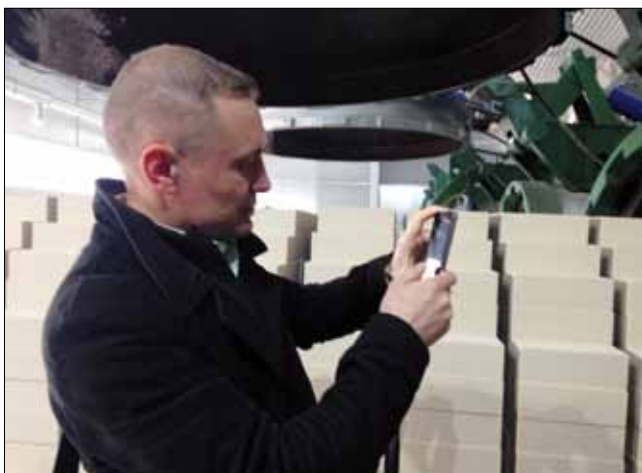
Главный инженер ООО «Силикат» (Ульяновская обл.) С.Л. Еськова – постоянный участник конференции СИЛИКАТэкс. Обычно представители этого завода приезжают дружной командой. В этот раз Светлана Леонидовна привезла на конференцию юных технологов, которые только начинают свой путь в производстве



Генеральный директор ЗАО «Калужский завод стройматериалов» В.А. Чижов (слева) и генеральный директор «ВКБ Системс ГмбХ» С. Никоненко быстро нашли общие темы



Начальник ПТО ТОО «Силикат» (Казахстан) Е.Г. Мальцева впервые приняла участие в работе конференции



О. Тропман («Шольц Машиненбау ГмбХ») М. Кларе («МАЗА ГмбХ»). Представителям немецких машиностроительных компаний также было очень интересно не только подробно осмотреть, но и сфотографировать оборудование



высококачественного известково-песчаного сырья, отличается идеальными гранями и ребрами. Широкие возможности кирпича выявились с внедрением в производство современных технологий окрашивания, как объемного, так и поверхностного.

По традиции конференция СИЛИКАТэкс состоит из двух частей – пленарной и технического тура. Пленарный день включал 13 докладов, посвященных различным аспектам производства и применения силикатных изделий. Работа конференции началась с докла-

да генерального директора ООО «Инвест-Технология» И.А. Галеева.

Для многих участников СИЛИКАТэкс стал местом встречи профессионалов, открытой площадкой поиска решений текущих задач и перспективного планирования и даже прекрасным поводом ежегодной встречи друзей. Постепенно число участников мероприятия растет. Впервые приехали представители немецких компаний «Шольц Машиненбау ГмбХ» – производителя автоклавов и «Семет Машиненбау ГмбХ» – производителя



После посещения нового производства возникли дискуссии, которые помогли наиболее точно понять замысел проекта

транспортного оборудования и систем автоматизации силикатных заводов.

Значительное внимание на конференции было уделено вопросам внедрения в строительство крупноформатных силикатных блоков, их преимуществам и особенностям. Свое видение путей внедрения новых материалов в практику российского строительства и проектирования представили О.И. Пономарев (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко) и Л.Н. Ким (ЦНИИЭП жилища).

По традиции работу конференции сопровождала импровизированная выставка машиностроительных и инженеринговых компаний, которая позволила еще шире использовать возможности мероприятия.

Второй день работы конференции СИЛИКАТЭкс был посвящен ознакомлению с новой технологической линией на ЗАО «Калужский завод стройматериалов». Современная история завода началась с 2000 г., когда старый и практически не работающий Калужский завод силикатного кирпича получил новое имя и новых собственников. Проектная мощность старого производства составляла 60 млн шт. кирпича в год. Кирпич производился на револьверных прессах, требовавших неустанной заботы, ремонтов и обслуживания. Бережное отношение к старому оборудованию дало свой результат – в 2013 г. на заводе было произведено 65 млн шт. кирпича.

Высокие темпы строительства в регионе и спрос на качественную продукцию предопределили введение новых производственных мощностей. Руководством завода во главе с генеральным директором В.А. Чижовым, было принято решение о строительстве новой технологической линии силикатных изделий. В качестве поставщика оборудования и разработчика проекта

было выбрано ООО «Инвест-Технология».

Введение в строй новой линии позволит выпускать до 150 млн шт. кирпича. В настоящее время на заводе также работают две шахтных печи по обжигу извести для собственных нужд, цех по производству цементных и известковых растворов.

Новая линия силикатного кирпича вызвала оживленный интерес как представителей российских заводов, так и зарубежных машиностроительных компаний. После посещения производственных площадок состоялся импровизированный семинар, где генеральный директор ООО «Инвест-Технология» И.А. Галеев ответил на вопросы и прокомментировал особенности реализованного проекта.



С заключительным словом к гостям обратился технический директор ЗАО «Калужский завод стройматериалов» В.П. Науменков

Организаторы конференции выражают искреннюю признательность руководству ЗАО «Калужский завод стройматериалов» за теплый прием

Спонсорам конференции – компании «Машинен-фабрик Густав Айрих ГмБХ & Ко КГ»

Генеральному спонсору – ООО «Инвест-Технологии» за поддержку в проведении конференции СИЛИКАТЭкс в непростых современных условиях!

*До встречи в 2015 году, коллеги!*



Традиционная общая фотография на память



ЗАВОД  
**ТЕХПРИБОР**

г. Щекино Тульская обл.  
**ПРЕДЛАГАЕТ**

# Автоматизированные мельничные комплексы

## «Трибокинетика-6000»

### для производства минерального порошка



*В 2013 году реализовано  
20 мельничных комплексов*

*«Трибокинетика»!*

*8 (48751) 4-87-27*

*2 года гарантии*

*Сделано в России!*

*2 950 000 р. с НДС*

*✓ В наличии!*

**www.tpribor.ru**

С.В. ДУГУЕВ, канд. техн. наук (info@bspigment.ru); В.Б. ИВАНОВА, канд. техн. наук  
ООО «Би.Эл.Спектр» (142102, г. Москва, Рязановское поселение, пос. Ерино, 10)

## Применение модифицированных пигментов и сухих суспензий на их основе при производстве окрашенного силикатного кирпича

ООО «Би.Эл.Спектр» занимается разработкой и производством синтетических модифицированных пигментов (ПСМ), сухих пигментированных суспензий и экологически чистых строительных красок. Эти окрасочные материалы позволили компании в условиях жесткой конкуренции выйти на рынок строительных материалов и продолжать свою деятельность по настоящее время, ежегодно наращивая объемы производства. Используя средства и методы механохимической обработки в сочетании с целенаправленной модификацией современными химическими добавками, компания создает окрасочные составы для применения в различных строительных материалах по самым разнообразным технологиям.

**Ключевые слова:** пигменты, окрашивание силикатного кирпича, силикатные материалы, цветной силикатный кирпич.

S.V. DUGUEV, Candidate of Sciences (Engineering) (info@bspigment.ru); V.B. IVANOVA Candidate of Sciences (Engineering)  
ООО «Би.Эл.Спектр» (10, Erino poselok, Ryazanovskoye poselenie, 142102 Moscow, Russian Federation)

### The Use of Modified Pigments and Dry Suspensions on Their Base in Production of Coloured Silicate Brick

ООО «Би.Эл.Спектр» develops and produces synthetic modified pigments (PSM), dry pigmented suspensions and eco-friendly building paints. These paint materials made it possible for the company, under conditions of tough competition, to enter the market of building materials and continue its activities till the present time with annual increasing production volumes. Using the means and methods of mechanical and chemical treatment in combination with purposeful modification with contemporary chemical additives, the company develops paint compositions for application in various building materials with the use of a variety of technologies.

**Keywords:** pigments, colouring of silicate brick, silicate materials, coloured silicate brick.

Для окрашивания силикатного кирпича и других строительных материалов ООО «Би.Эл.Спектр» разработало ряд окрасочных составов собственного производства:

1. Пигменты синтетические модифицированные, ТУ 2322-001-53932850-01.
2. Суспензии пигментированные сухие (СПС), ТУ 2322-002-53932850-01.
3. Порошкообразные водоразбавляемые латексные краски АКВАМИКС, ТУ 2316-003-53932850-08.

Первые две позиции применяются для объемного окрашивания силикатных и полимерсодержащих материалов в массе, третья – для поверхностной окраски уже готовой продукции.

Встречается комбинированная отделка, когда пигмент вводят в формовочную смесь, а затем отформованные изделия обрызгивают суспензией такого же цвета или окрашивают краской для усиления эффекта.

В настоящее время широкая номенклатура химических добавок позволяет производить качественные суспензии (пасты), имеющие нужную вязкость и хорошую седиментационную устойчивость. Биоциды, входящие в состав суспензий и красок, надежно защищают окрашенную поверхность от грибка и плесени.

Любые силикатные материалы полностью совместимы с синтетическими пигментами, суспензиями и красками АКВАМИКС.

Процесс твердофазного синтеза композиционных синтетических пигментов можно представить как целенаправленную модификацию поверхности частиц наполнителя для придания ей нужных свойств. Разрабатывая рецептуры синтетических пигментов, компания стремилась к достижению характеристик, определяющих спрос на рынке сырьевых материалов. Так как основное предназначение пигментов – окра-

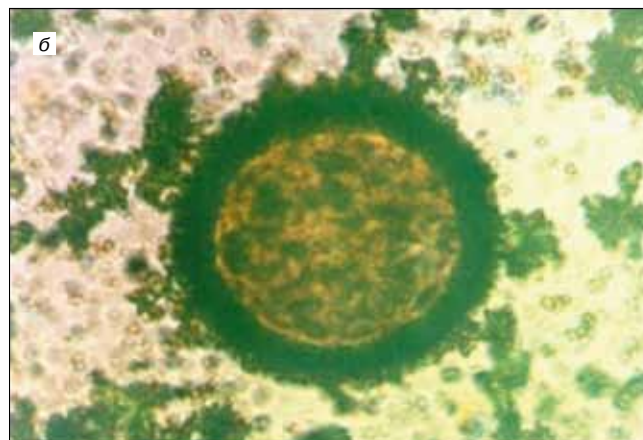
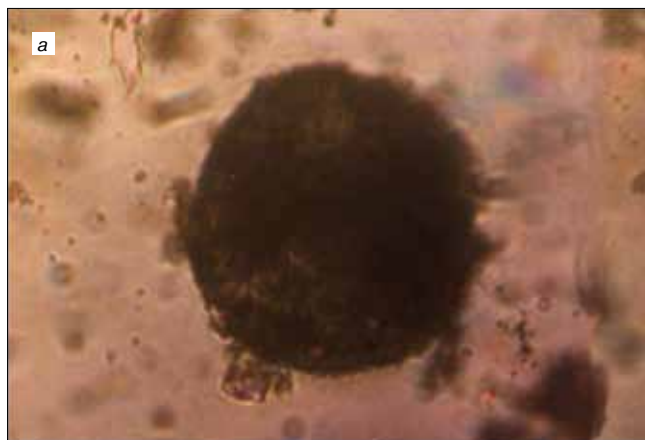
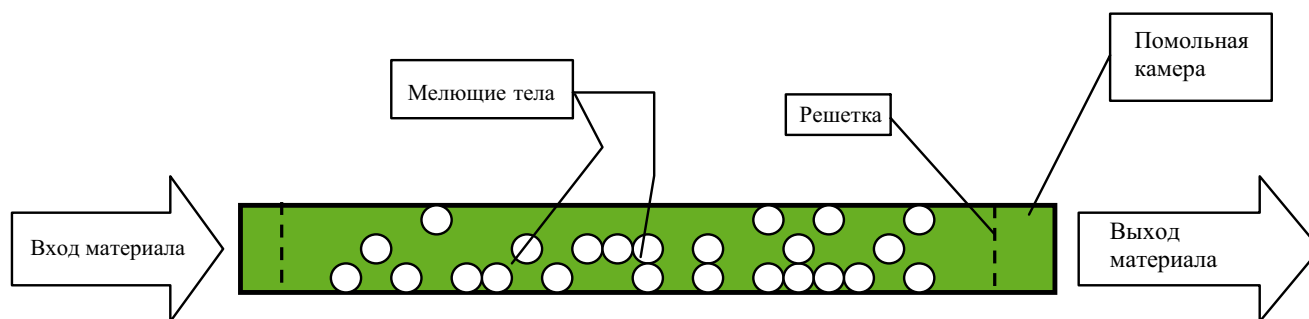


Рис. 1. Частица пигмента в проходящем (а) и отраженном (б) свете



**Рис. 2.** Схема прохождения материалов в мельнице ЦЭМ

шивание материалов и изделий, цвет и стойкость в данном случае имеют первостепенное значение.

Поэтому выбор пигментов-цветоносителей для получения композиционных пигментов имеет большое значение. Предложенная технология их производства настолько универсальна, что позволяет подбирать самые различные комбинации органических и минеральных пигментов, используя положительные качества тех и других. Известно, что минеральные пигменты обладают хорошей атмосферо- и светостойкостью, а менее стойкие органические пигменты имеют интенсивную окраску, чистоту и глубину цвета. Подбором компонентов в рецептуре можно добиться оптимального сочетания требуемых свойств.

Все синтетические композиционные пигменты имеют высокие показатели по светостойкости (6–8 баллов), щелочестойкости и интенсивности цвета, что делает их весьма привлекательными для потребителей различных отраслей промышленности, в которых требуется окрашивание продукции.

Важно отметить, что появилась возможность создавать пигменты, являющиеся аналогами традиционных

пигментов, а также порошки оригинальных оттенков, отсутствовавшие ранее на сырьевом рынке.

Безусловным преимуществом синтетических композиционных пигментов является их дешевизна по сравнению с традиционными, особенно импортными, пигментами. Объясняется это тем, что основную часть композиции (85–90%) составляет дешевый наполнитель. Его стоимость в 25–50 раз ниже стоимости пигмента-цветоносителя. Себестоимость, а также оригинальные оттенки синтетических композиционных пигментов делают их вполне конкурентоспособными по отношению ко многим импортным пигментам.

### Идеология разработки

Суть технологии состоит в том, что с помощью метода механохимической обработки на частицу оптически нейтрального дешевого наполнителя, например микрокальцита, размером в несколько мкм наносится слой красящего вещества (пигмента). В результате вся система приобретает свойства и характеристики самого пигмента. Комбинацией нескольких пигментов можно получать порошки самых разных цветов и оттенков. Так как масса дешевого наполнителя в композиции составляет более 80%, стоимость получаемого синтетического пигмента значительно ниже его аналогов. Если вместе с пигментами осуществить прививку компонентов, обеспечивающих лакокрасочные свойства, то получается сухая порошкообразная краска. Современная химия порошкообразных полимеров предоставляет такую возможность: на рынке сырья имеются различные виды релаксированных полимерных порошков, эфиров целлюлозы, коалесцентов, активаторов и других порошковых материалов, необходимых для получения качественных красок. Чтобы использовать такую краску в работе, достаточно развести ее водой, так как краски являются самодиспергирующимися.

Технология является 100% инновационной.

Процесс получения тонкодисперсных композиционных материалов заключается в том, что при использовании средств и методов механохимической активации необходимо привить на поверхность частицы инертного вещества частицы другого вещества, которое в данном

### Номенклатура пигментов БЭС для окрашивания силикатного кирпича

- Зеленый*
- 230 – изумрудный
- 234 – темно-зеленый
- Синий*
- 1001 – синий
- Коричневый*
- 650 – светло-коричневый
- 652 – темно-коричневый
- 660 – шоколадный
- Желтый*
- 580 – горчично-желтый
- Красный*
- КЖО-50 – красно-коричневый
- Оранжевый*
- 980 – оранжевый
- Белый*
- белый

### Номенклатура сухих пигментированных суспензий для окрашивания силикатного кирпича

Марка суспензии	Отпускная цена, р./кг	Примечание
Красно-коричневая СПС-4к	102	СПС предназначены для оперативного приготовления цветных пигментных паст. Смешивание порошка с водой в соотношении 1:2. Цена приведена по состоянию на середину декабря 2014 г.
Коричневая СПС-4кч	120	
Изумрудно-зеленая СПС-4з	132	
Синяя СПС-6с	150	
Желтая СПС-7ж	140	

Физико-химические показатели пигментов БЭС

Наименование показателя	Белый	Синий 1001	Зеленый 230	Зеленый 234	Зеленый 250	Желтый 580	Желтый 590	Коричневый 650	Оранжевый 980	КЖО 50
Массовая доля летучих веществ, %	0,44	0,24	0,07	0,1	0,07	0,31	0,34	0,09	0,07	0,12
Массовая доля водорастворимых веществ, %	0,28	0,31	0,7	0,8	0,7	0,5	0,7	0,4	1	0,23
pH водной вытяжки	6,8	6,7	6,9	6,9	6,7	7,5	6,7	6,9	6,9	6,3
Остаток на сите 0050, %	0,18	0,25	0,35	0,7	0,8	0,4	0,6	0,6	0,7	0,15
Укрывистость, г/м <sup>2</sup>	29,8	24	17	20	21	29	26	16	19	11
Диспергируемость, мкм	15–20	15–20	20–25	20	25	20	25	25	25–30	25
Маслоемкость, г/100 г пигмента	22,6	31,1	27	27	29	28,6	29	31	35	30,2
Условная светостойкость, 24 ч, изменение диффузного отражения, % (должно быть менее 0,5)	0,19	0,03	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений	0,15	Без изменений	0,11	Без изменений
Стойкость к статическому воздействию 3 % раствора едкого натра, через 24 ч	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений

случае нужно считать активным. При этом получаемая композиция должна приобрести свойства этого (прививаемого) вещества. Другими словами, нужно инициировать физико-химические превращения в приграничном слое частицы-ядра.

При изготовлении пигментов обычно прививается 2–5 компонентов, а при изготовлении красок – около 10. Причем все прививаемые вещества имеют различную химическую природу. Чтобы прививка состоялась, необходимо обеспечить соответствующие условия, а именно достаточную степень механохимической активации вещества, определяемую количеством энергии, сообщаемой обрабатываемому материалу в единицу времени.

В натуральном виде синтетические модифицированные пигменты выглядят, как на рис. 1, а. Это микрофотография в проходящем свете. Конечно, не каждая частица полностью укрыта цветоносителем. На фото представлен идеальный вариант, когда форма частицы близка к шарообразной.

Во время совместной обработки компонентов на поверхности частицы-ядра формируется слой (рис. 1, б) толщиной менее 1 мкм, в котором образуются физико-химические комплексы, содержащие вводимые компоненты.

#### Аппараты для осуществления процессов механохимической активации и твердофазного синтеза

Исследование процессов, происходящих в условиях особо тонкого измельчения, открыло возможности для создания технологий, основанных на принципах и методах механохимии и твердофазного синтеза, с помощью которых можно придавать обрабатываемым материалам необходимые свойства или даже создавать новые материалы. В условиях высокой концентрации энергии в помольной камере и обусловленных этим значительной частоты и энергии взаимодействия мельющих тел с частицами измельчаемого материала происходит не только интенсивное измельчение обрабатываемых частиц, но и изменение их физико-химического состояния и структуры, т. е. механохимическая активация вещества. В процессе механохимической активации происходит нарушение и преобразование кристаллической решетки вещества вплоть до перехода его в аморфное состояние. Переход вещества в новые кристаллические формы (модификации) сопровождается увеличением потенциальной энергии тонкодисперсного продукта вследствие увеличения его поверхностной энергии и накопления энергии деформационного объема. При этом изменение энергетического состояния вещества вызывает соответственное изменение его химической активности, т. е. вещество аккумулирует на своей свободной поверхности и кристаллической решетке часть энергии взаимодействия мельющих тел с частицами измельчаемого материала, которая затем проявляется в форме различных механохимических процессов, влияющих на направление и скорость химических реакций. Современные исследования показали, что тонкодисперсное измельчение вещества, сопровождаемое его активацией, позволяет интенсифицировать многие технологические процессы: обогащение руд, выщелачивание компонентов из минерального сырья, улучшение агрохимических свойств удобрений, получение строительных материалов с новыми свойствами и др.

При выполнении экспериментальных работ выяснилось, что осуществление технологических процессов получения тонкодисперсных композиционных материалов с использованием механохимического твердофаз-

ного синтеза возможно только в высокоэнергонапряженных измельчительных агрегатах — измельчителях, в которых материалу передается максимально возможное количество энергии, а величина ускорения частиц достигает нескольких десятков g.

На производственной площадке ООО «Би.Эл.Спектр» используются центробежно-эллиптические мельницы (ЦЭМ).

### Как устроены мельницы ЦЭМ

Принципиальная схема прохождения материала следующая (рис. 2).

Для того чтобы материал прошел соответствующую обработку, он должен находиться в помольной камере определенное время (в нашем случае 1,5–2 мин). Этого времени достаточно, чтобы произошла капсуляция наполнителя красящим веществом. Понятно, что комбинацией красящих компонентов можно получить любой цвет или его оттенок.

Синтетические композиционные пигменты (ПСК) предназначены для придания различным материалам — бетонам, краскам, строительным смесям, пластмассам и т. д. цвета, улучшения декоративных и механических свойств и долговечности в эксплуатации.

### Потребительская привлекательность продукции

Преимущества синтетических композиционных пигментов:

- возможность синтеза пигментов практически любого цвета или оттенка;
- возможность модификации под конкретную задачу в процессе изготовления;

- стойкость к внешним воздействиям (светостойкость, щелочестойкость).

Технология производства синтетических композиционных пигментов является безотходной, ресурсо- и энергосберегающей. Это позволяет поддерживать отпускные цены на сравнительно низком уровне относительно аналогов, имеющихся на рынке. Кроме того, работы по усовершенствованию рецептур и технологии позволяют периодически корректировать себестоимость ПСК в сторону понижения с учетом рыночных цен на сырье.

### Физико-химические показатели пигментов БЭС

Качество пигментов оценивается показателями, приведенными в соответствующих ГОСТах. Пигменты компании «Би.Эл.Спектр» проходят испытания в сертифицированной лаборатории одного из крупных предприятий Московской области, и на основании этих испытаний выписываются паспорта.

В то же время на цвет изделий из бетона влияют помимо пигмента еще ряд факторов: характеристики цемента и наполнителя, технологические параметры перемешивания, формования, пропаривания (автоклавирования).

Патентная чистота разработок ООО «Би.Эл.Спектр» обеспечена следующими патентами РФ:

- Способ получения пигментов, № 2114885, опубл. 20.07.1998 г.;
- Способ получения порошкообразной краски, № 2147594, опубл. 10.04.2000 г.;
- Способ получения цветных цементов, № 2168474, опубл. 10.06.2001 г.
- Способ получения органоминеральных пигментов, № 2175338, опубл. 27.10.2001 г.

**ООО «Би.Эл.Спектр»**

142102, Москва, Рязановское поселение, пос. Ерино, д. 10, оф. 300  
Тел./факс: 984-64-30, доб. 121, +7-903-740-76-53; +7-903-746-96-63  
www.bspigment.ru E-mail: info@bspigment.ru

## Пигменты для бетонов, силикатного кирпича, строительных смесей, полимерных материалов



### Сухие латексные краски «АКВАМИКС» для наружных и внутренних отделочных работ

#### ДОСТОИНСТВА И ПРЕИМУЩЕСТВА

- Простота применения: достаточно развести водой, чтобы получить водно-дисперсионную краску
- Хранение и транспортировка при любой температуре без потери качества — Вы не возите воду!
- Высокие атмосферостойкость и долговечность
- Широкий ассортимент цветов и оттенков
- Возможность приготовления краски на месте применения в необходимом количестве
- Отсутствие запаха
- Без растворителей, консервантов и вредных добавок
- Упаковка пигментов и красок — бумажные многослойные мешки 25 кг



## VIII Академические чтения РААСН — Международная научно-техническая конференция «Механика разрушения строительных материалов и конструкций»

18–20 сентября 2014 г. в Казанском государственном архитектурно-строительном университете при поддержке Министерства образования и науки РФ, Кабинета министров Республики Татарстан, Министерства образования и науки РТ, Академии наук РТ, Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства РТ состоялись VIII Академические чтения Российской академии архитектуры и строительных наук – Международная научно-техническая конференция «Механика разрушения строительных материалов и конструкций».



Участников конференции приветствует ректор КГАСУ Р.К. Низамов



В зале заседания VIII Академических чтений РААСН

В мероприятиях конференции приняло участие более 150 человек: представители высших учебных заведений, научно-исследовательских организаций и производственных предприятий из России, Белоруссии, Украины, Германии, в том числе шесть академиков и девять членов-корреспондентов, иностранных и почетных членов РААСН, 26 докторов и 30 кандидатов наук, а также аспиранты, магистры и студенты.

Открыл пленарное заседание ректор КГАСУ д-р техн. наук Р.К. Низамов. Он отметил актуальность тематики конференции для строительной отрасли и науки, коротко рассказал о перспективах развития университета, основных направлениях научно-исследовательской деятельности ученых КГАСУ и практической реализации результатов исследований.

Качественная подготовка кадров для строительного комплекса имеет важнейшее значение для страны, декларирующей инновационное развитие. Освоение новых территорий, создание высокотехнологичных производств невозможно без качественного строительства объектов различного назначения. Начальник отдела высшего, среднего профессионального образования и науки аппарата Кабинета министров РТ Р.И. Заманов в

качестве примера привел реализующиеся в республике крупные проекты по строительству жилья, городов-спутников Иннополис и SMART Сити Казань, реконструкции архитектурных памятников – древнего города Булгар и острова-града Свияжск. Для их реализации требуются высококвалифицированные специалисты всех строительных специальностей.

Участников конференции приветствовал вице-президент Академии наук Республики Татарстан д-р техн. наук А.Л. Абдуллин, который отметил, что проходящая в КГАСУ под эгидой РААСН и Академии наук РТ конференция по актуальной и значимой научной проблеме разрушения строительных материалов и конструкций демонстрирует успешную интеграцию вузовской и академической науки, а также рассказал о тесном сотрудничестве Академии наук РТ с республиканскими вузами и научными институтами.

Пленарный доклад академика РААСН **В.И. Травуша** был посвящен опыту проектирования высотных зданий. Владимир Ильич рассказал об особенностях проектирования и строительства высотных зданий в сложных геологических условиях, о новых технологиях и конструкциях фундаментов зданий, основанных на



Вице-президент РААСН академик В.И. Травуш



Академик РААСН В.П. Селяев (МГУ им. Н.П. Огарева)



Иностраный член РААСН д-р техн. наук С.Н. Леонович (БНТУ)



Доктор-инженер Х.-Б. Фишер (Веймарский университет Bauhaus)





Д-р техн. наук И.В. Недосеко (УГНТУ)



Д-р техн. наук В.И. Корсун (ДонНАСА) (слева) и академик РААСН Е.М. Чернышов (ВГАСУ)



Проректор по НИР КГАСУ А.М. Сулейманов вручает диплом победителю конкурса молодых ученых Н.С. Лизуновой (КГАСУ)

отечественном и зарубежном опыте. В качестве примера были рассмотрены объекты высотного строительства «Лахта-Центр» в г. Санкт-Петербурге, бизнес-центр «Москва» в г. Астане (Казахстан), храмовый комплекс в г. Салехарде, «Башня Ахмат» в г. Грозном, олимпийская Большая ледовая арена и санно-бобслейная трасса в г. Сочи.

На пленарном заседании были заслушаны доклады академиков РААСН С.В. Федосова «Теория тепло-массопереноса — основа физики процессов разрушения строительных конструкций из древесины»; Е.М. Чернышова «Сопrotивление разрушению и разрушение структур конгломератных строительных композитов (в трактовках современного материаловедения)»; В.П. Селяева «Верификация математической модели для оценки долговечности железобетонных конструкций, работающих в условиях действия жидких агрессивных сред»; иностранного члена РААСН, д-ра техн. наук С.Н. Леоновича «Прочность и трещиностойкость конструкционного бетона при температурных и коррозионных воздействиях»; д-ра техн. наук А.М. Сулейманова «Климатические испытания строительных материалов и конструкций. Актуальные задачи»; члена-корреспондента РААСН, д-ра техн. наук В.Т. Ерофеева «Моделирование биодеструкции полимербетонных»; д-ра техн. наук Е.В. Королева «Модель деструкции композитных материалов»; доктора-инженера Х.-Б. Фишера (Германия) «Перекристаллизация гипса» и др.

Исследования, проводимые в Российской Федерации по научному направлению «Механика разрушения строительных материалов и конструкций», определили многопрофильность конференции, на которой обсуждался ряд актуальных проблем, связанных с механикой деформируемого твердого тела, классическим сопротивлением материалов, механикой грунтов, строительной механикой, расчетами строительных конструкций, физико-химической механикой, строительными композитами, прогнозированием долговечности материалов и конструкций. Всего было заслушано 56 докладов в рамках пяти научных секций.

За круглым столом, состоявшемся по итогам VIII Академических чтений РААСН, было принято решение, в котором сделан акцент на необходимость расширения исследований и разработок в направлениях: синтеза и конструирования структур строительных композитов, базирующихся на развитии теории и практики компьютерного материаловедения; технологической механики материалов в единстве с конструкционной механикой; развития методов испытаний и прогнозирования долговечности строительных мате-



Участники VIII Академических чтений РААСН

риалов и изделий с применением инструментов многомерного математического анализа.

В рамках VIII Академических чтений прошел мастер-класс-семинар для молодых ученых, студентов и аспирантов на тему «Научная статья как средство самовыражения и утверждения своей личности в науке», который провела главный редактор журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство» Е.И. Юмашева. На семинаре обсуждались вопросы, связанные с показателями публикационной активности, являющимися критериями оценки результативности научной деятельности; отечественными и зарубежными библиографическими базами научного цитирования, как современных инструментов оценки эффективности деятельности ученых, а также методика подготовки материалов и написания научных статей.

В рамках конференции состоялся конкурс молодых ученых, аспирантов и студентов в форме стендовой сессии. Работы и выступления 11 конкурсантов из КГАСУ, ИжГТУ им. М.А. Калашникова и ПГТУ оценивались жюри, в состав которого вошли представители ВГАСУ, ДонНАСА, КГАСУ, МГСУ. По результатам конкурса первое место заняла ассистент Н.С. Лизунова (КГАСУ), второе место — студентка Е.Б. Туйсина (КГАСУ), третье место — аспирант Б.Р. Вахитов (КГАСУ). Победителям вручили дипломы лауреатов конкурса и денежные премии, все участники конкурса были отмечены дипломами.






*А.М. Сулейманов, д-р техн. наук  
М.И. Халиуллин, канд. техн. наук*

# SibBuild








место проведения МВК «Новосибирск Экспоцентр»



## Неделя архитектуры и строительства

-  Оконные технологии
-  Ворота и автоматика
-  Строительные материалы  
и оборудование. Строительство
-  Инструменты и крепёж
-  Кровли и фасады

## Неделя отделочных материалов и интерьерных решений

-  Отделочные материалы
-  Двери и замки
-  Краски. Сухие строительные смеси
-  Керамика. Сантехника
-  Декоративный свет. Электрика
-  Ткани в интерьере
-  Натуральный и искусственный камень

[www.SibBuild.com](http://www.SibBuild.com)

 Ufi



Организатор ITE Сибирь  
ул. Станционная, 104, тел.: +7 (383) 363 00 63  
e-mail: sibbuild@sibfair.ru, www.ite-siberia.ru

**Build Ural**

## Международная строительная и интерьерная выставка

**17-20 февраля 2015**  
Россия, Екатеринбург  
МВЦ «Екатеринбург – Экспо»

Подробнее на сайте  
[www.build-ural.ru](http://www.build-ural.ru)

ITE Урал  
Тел.: +7 (343) 380-22-80  
E-mail: [build-ural@ite-ural.ru](mailto:build-ural@ite-ural.ru)  
[www.ite-ural.ru](http://www.ite-ural.ru)

**YugBuild**

## Международная архитектурно-строительная выставка

Россия, Краснодар

**25-28 февраля 2015**  
Architecture & Building. Interiors.

[www.yugbuild.com](http://www.yugbuild.com)

Государственный спонсор **СЛАВИНСКИЙ КИРПИЧ** Государственный партнер **KNAUF**

Государственный информационный партнер **BLIZKO** **BLIZKO.ru**

Официальный информационный партнер **ОБУСТРОЙСТВО**

Организатор выставки **ITE** **ВЫСВЕЩЕНИЕ**

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

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

## Известковое вяжущее для стеновых силикатных изделий из отсеков дробления горных пород\*

Проведено исследование вяжущего на основе извести для изготовления силикатных прессованных изделий с использованием песка отсева дробления горных пород. Рассматривается известковое вяжущее бездобавочное и с добавками кварцевого песка и дробленой горной породы. Установлено, что применение известково-кремнеземистого вяжущего является экономичным вариантом и обеспечивает прочностные показатели при минимальном расходе вяжущего. Искусственные пески имеют непрерывный гранулометрический состав, но при этом повышенное содержание пылевидных компонентов. Наличие тонкомолотой составляющей в песке позволяет применить прямую технологию с использованием в качестве вяжущего молотой извести без добавок. Известковое бездобавочное вяжущее, полученное по прямой технологии производства силикатных прессованных изделий, обеспечивает требуемую сырьевую прочность, но не обеспечивает требуемой автоклавной прочности. Приводятся исследования вяжущего для песков дробления горных пород на основе самой горной породы и кварцевого песка по традиционной технологии производства силикатных прессованных изделий. Известково-кремнеземистое вяжущее обеспечивает как сырьевую, так и автоклавную прочность. Известково-кремнеземистое вяжущее позволяет использовать любые пески – отсеки дробления горных пород, обеспечивая прочностные показатели. Предложено традиционную схему вывоза отходов дробления горных пород заменить на организацию производства силикатных стеновых материалов путем организации выпуска извести из горной породы и поставки кварцевого песка к месту образования отходов.

**Ключевые слова:** песок, отсев, горные породы, силикатный кирпич, прочность, активность.

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

Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, 420043 Kazan, Russian Federation)

### A Lime Binder for Wall Silicate Products from Chippings of Rock Crushing

The study of a binder on the basis of lime for producing silicate press-formed products with the use of chippings of rock crushing has been conducted. Lime binders without additives and with additives of quartz sand and crushed rock are considered. It is established that the use of the lime-siliceous binder is an economical variant and ensures strength properties at minimal binder consumption. Artificial sands have continuous granulometric composition, but the content of dust-type components is high. The presence of a fine ground component in the sand makes it possible to use the direct technology with the use of ground lime as a binder without additives. The lime straight binder produced according to the direct technology of silicate press-formed articles production ensures the required adobe strength, but does not guarantee the autoclave strength. Studies of the binder for sands of rock crushing on the basis of the rock itself and quartz sand according to the traditional technology of silicate extruded articles production are presented. The lime-siliceous binder ensures both adobe and autoclave strengths. The lime-siliceous binder makes it possible to use any sands of rock crushing chippings ensuring strength properties. It is proposed to replace the traditional scheme of removal of rock crushing waste by organization of production of silicate wall materials through the production of lime from rock and supply of quartz sand to the place of waste generation.

**Keywords:** sand, chippings, rocks, silicate brick, strength, activity.

В России растет популярность лицевого цветного силикатного кирпича. Производство такого кирпича требует особого качества песка. Это повышенные требования по цвету, чистоте и гранулометрическому составу.

Внедрение в практику строительства средне- и крупноформатных стеновых силикатных блоков, активно используемых во многих странах Западной Европы [1], в России происходит очень медленно. В многослойных стеновых конструкциях используют силикатный кирпич, как более дешевый материал, для внутренних стен. В производстве таких стеновых материалов вопрос цвета поверхности уходит на второй план и позволяет расширить сырьевую базу.

Использование промышленных отходов обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто уже подготовленного сырья; приводит к экономии капитальных вложений, предназначенных для строительства предприятий, добывающих и перерабатывающих сырье, и повышению уровня их рентабельности; высвобождению значительных площадей земельных угодий и снижению степени загрязнения окружающей среды. Повышение уровня использования промышленных отходов является важнейшей задачей государственного значения [2].

В настоящее время в связи с ростом объемов жилищного и дорожного строительства интенсивно разрабатываются большие запасы прочных и высокопрочных скальных горных пород (габбро-гранитов, кварцитов и др.) и развивается производство щебня. В Российской

Федерации выпускается около 150 млн м<sup>3</sup> щебня в год [3]. Ожидается дальнейшее наращивание производства и потребления щебня.

При этом актуальным становится вопрос использования песков из отсеков дробления. По данным ВНИПИИстромсырье, при производстве щебня из гранитов, габбро-диоритов, базальтов и других изверженных пород образуется до 25% отсеков дробления, а из карбонатных пород значительно больше – до 45%.

Отсев дробления (фракция 0–5 мм) – это продукт переработки горных пород в щебень. На многих горных предприятиях основная масса отсеков складывается на складах готовой продукции, вывозится в отвалы и даже в карьеры, что препятствует развитию горных работ. В настоящее время важнейшей задачей является использование местных минералов в качестве заполнителей и наполнителей для производства цементных бетонов, асфальтобетона и других строительных материалов [4].

Содержание кремнезема как одного из главных компонентов производства силикатных материалов в породах составляет: в ультраосновных – менее 45%, основных – 45–55%, среднекислых – 55–65% и кислых – более 65%. Содержание SiO<sub>2</sub> в песке для производства силикатных материалов должно быть по возможности более 70%. При этом очень хорошим сырьем является песок с содержанием SiO<sub>2</sub> более 95%, а пригодным – более 30% [5].

Физико-механические свойства щебня и отсеков дробления горных пород представлены в табл. 1 [6].

\* Задание № 7.1955.2014/К на выполнение НИР в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности.

**Таблица 1**

	Породы		
	Габбро-пироксениты	Базальтовые порфириды	Кварцевые диориты
<b>Щебень</b>			
Марка щебня по дробимости в цилиндре	1400	1000–1400	1400
Морозостойкость	F50–F400	F50–F300	F150–F400
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1440–1760	1340–1460	1320–1360
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	3,05–3,17	2,73–2,95	2,78–2,9
<b>Отсевы дробления</b>			
Модуль крупности	2,6–4,2	2,9–4,5	2,6–3,6
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1460–1580	1330–1530	1580
Содержание пылевидных и глинистых частиц, мас. %	1,1–7,7	0,8–6,8	2,2

**Таблица 2**

Показатели	Требования ГОСТ 8736-93	Граниты	Диабазы, габбро, диориты
Модуль крупности	0,7–3,5	2,9–3,3	2,95–3,4
Содержание зерен мельче 0,16 мм, %	не более 10	10,4–19,9	8,4–16,4
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	не более 10	9,2–14,2	7,2–11,6
Водопоглощение, %	не нормируется	13,4–23,2	12,1–15,6

**Таблица 3**

Показатели качества песков – отсевов дробления горных пород приведены в табл. 2 [7].

К отходам дробления можно отнести не только отсев дробления гранита, но и техногенное сырье – кварцито-песчаник и отходы магнитной сепарации как наиболее перспективные с точки зрения использования местных сырьевых материалов, зерновой состав которых приведен в сравнении с кварцевым песком в табл. 3 [4].

Анализ гранулометрического состава проб с карьеров показывает, что пески – отсевы дробления пород характеризуются достаточно постоянным гранулометрическим составом, не зависящим от типа исходной породы, и прекрасно вписываются в интервал максимум-минимум полных остатков на ситах согласно ОСТ 21-1–80 для песка, предназначенного для изделий автоклавного твердения (табл. 4). В то же время практически во всех получаемых песках содержание мелкозема (пылевидно-глинистых частиц крупностью 0,05 мм) составляет 11–14 %.

Анализ гранулометрического состава кварцевых песков, используемых в настоящее время при производстве силикатного кирпича, а это в основном пески  $M_{кр}=1,3–1,5$ , показывает преимущественно двухзерновой состав. Показатели полных остатков этих песков на ситах не вписываются в интервал максимум-минимум полных остатков по ОСТ 21-1–80 для песка, предназначенного для изделий автоклавного твердения (табл. 5).

В производственных условиях в лабораторном журнале отсева песка в заключение требуется писать: «Песок может быть применен в соответствии с ОСТ 21-1–80, но требует обогащения фракциями...»

Сейчас в мировой практике сложились две технологии производства силикатных прессованных изделий автоклавного твердения. Это так называемая прямая и традиционная технологии. Первая использует молотую известь и мелкозернистые заполнители, составленные из нескольких (двух – четырех) фракций, подобранных в соответствии с требованиями плотной упаковки. Традиционная технология в России использует один вид песка. Расход песка в производстве силикатного кирпича составляет 2–2,4 м<sup>3</sup> на 1 тыс. шт. При разработке карьера организации платят налог на добычу и проводят мероприятия по охране окружающей среды, однако вред, наносимый природе не поддается денежному исчислению. Использование двухзерновых песков при-

	Полные остатки на ситах, %						$M_{кр}$
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16	
Отсев гранита	23,7	44	57,6	73,1	86,2	100	2,84
Отсев кварцито-песчаника	19,6	42	56,8	69	85,8	100	2,73
Песок кварцевый	0,2	0,4	4,9	43,3	92,1	100	1,4

вело производство к применению известково-кремнеземистого вяжущего [8]. Известково-кремнеземистое вяжущее – продукт совместного помола извести и песка. Песок используется как добавка в вяжущее при помоле. Известково-кремнеземистое вяжущее является более экономичным в отношении расхода извести и необходимым для получения плотной структуры прессованных изделий.

Учитывая опыт немецких коллег, можно предположить успех применения отсевов как укрупняющих добавок и в России. Заводы в Германии обычно размещают в непосредственной близости от отходов, которые можно использовать как сырье.

Рассмотрим вопрос с другой стороны. Например, на карьере в Свердловской области п. Дружинино ведется добыча известняка чистого по составу, с малым содержанием примесей, являющегося сырьем для производства извести. В настоящее время там скопилось большое количество песка-отсева. На расстоянии в 53 км от п. Дружинино в Свердловской области есть месторождение песка с преобладающей фракцией 0,1–0,8 мм и средним химическим составом SiO<sub>2</sub> – 98,5%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,21%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,26%.

Целью исследования является получение высококачественных автоклавных силикатных прессованных материалов с использованием песков отсевов дробления горных пород при минимальном расходе кварцевого песка.

При исследовании необходимо было решить ряд частных задач:

– определить гранулометрический состав песка из отходов дробления;

Таблица 4

Песок	Остаток на сите (%) с размером ячеек, мм						
	менее 0,16	0,16	0,315	0,63	1,25	2,5	5
$M_{кр}=2,42$	100	87,8	64,1	45,2	29,1	16	0
$M_{кр}=2,29$	100	90,9	69,15	42,4	16,4	5,4	0
$M_{кр}=2,69$	100	98,8	78,3	42,3	30,8	18,8	0
Полные остатки на ситах по ОСТ 21-1-80							
– максимально допустимые	100	95	90	80	47	18	10
– минимально допустимые	100	70	60	30	10	0	0

Таблица 5

Песок	Остаток на сите (%) с размером ячеек, мм						
	менее 0,16	0,16	0,315	0,63	1,25	2,5	5
$M_{кр}=1,02$	100	89,5	12,5	0,5	0,25	0	0
$M_{кр}=1,29$	100	97,5	27,5	2,5	1,25	0,25	0
$M_{кр}=1,4$	100	95	42,5	2,5	1,25	0,5	0
$M_{кр}=1,5$	100	97,5	52	3	1	0,5	
Полные остатки на ситах по ОСТ 21-1-80							
– максимально допустимые	100	95	90	80	47	18	10
– минимально допустимые	100	70	60	30	10	0	0

– определить оптимальный состав известкового вяжущего для производства силикатных стеновых материалов из песка отсева дробления горных пород;  
 – определить прочностные характеристики прессованных образцов на песках – отсевах дробления горных пород.

Исследована возможность использования песка – отсева добычи известняка в производстве прессованных силикатных изделий по отечественной и зарубежной технологии. Известково-кренеземистое вяжущее готовилось на песке (ИКВ) и отсевах щебня (ИШВ) состава с долей добавки 30 и 50%. Активность формовочной смеси для всех видов вяжущего была принята 8%. Были изготовлены серии образцов на песке отсева и известковых вяжущих следующего вида: известь без добавок; ИКВ состава И:К=1:1; ИШВ составов И:Ш=1:1 и И:Щ=2:1. На прессованных образцах определена сырьевая прочность. Результаты представлены на рис. 1.

Во всех случаях образцы имеют хорошую сырьевую прочность, обеспечиваемую непрерывным гранулометрическим составом. Известково-щебеночное вяжущее имеет хорошие клеящие свойства за счет содержания молотого известняка в смеси и обеспечивает хорошую формуемость и требуемую сырьевую прочность. Лучшая формуемость кирпича-сырца обеспечивается содержанием молотого известняка в смеси [8]. Все образцы показали сырьевую прочность более 0,6 МПа, что является достаточным для изготовления прессованных изделий.

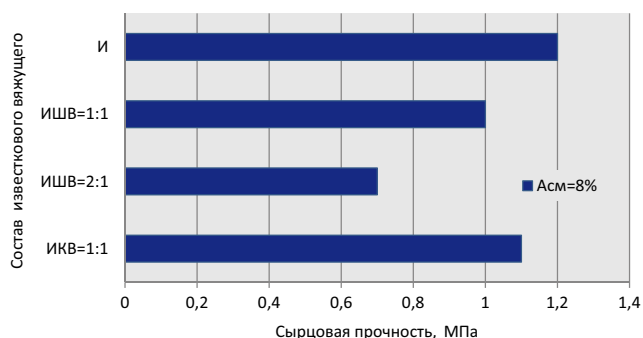


Рис. 1. Влияние вида и состава вяжущего на сырьевую прочность прессованных образцов

У другой серии прессованных образцов изменялась доля извести или содержание активных  $CaO+MgO$  в формовочной смеси от 6 до 10%. Результаты представлены на рис. 2.

Как видно из результатов, сырьевая прочность образцов из формовочной смеси с одинаковым количеством активных  $CaO+MgO$  на ИКВ превышает сырьевую прочность на извести без добавок. Равноценная сырьевая прочность достигается для традиционной технологии с применением песка из отсева дробления пород на формовочной смеси активностью 8%, а для прямой технологии – при активности 10%.

Серия образцов испытывалась после автоклавной обработки на производстве по режиму 1,5+9+1,5 ч. Результаты автоклавной прочности образцов представлены на рис. 3.

Результаты испытания образцов доказывают в очередной раз, что молотый песок в составе вяжущего или смеси обеспечивает высокую прочность образцов. Образцы на ИКВ при активности смеси 8% показали максимальную прочность.

С образцами, изготовленными по прямой и традиционной технологиям с использованием отходов дробления, проведено исследование на водопоглощение. Результаты представлены на рис. 4.

Результаты испытания свидетельствуют, что водопоглощение образцов на молотой извести без добавок составляет 12–16%, а на ИКВ состава И:К=1:1 – 11–13%. Образцы, изготовленные по прямой технологии, обла-

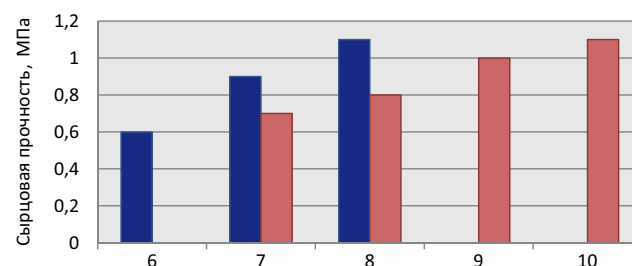


Рис. 2. Влияние содержания активных  $CaO+MgO$  в смеси и вида известкового вяжущего на сырьевую прочность прессованных образцов: ■ – смесь на ИКВ состава И:К=1:1; ■ – смесь на молотой извести без добавок

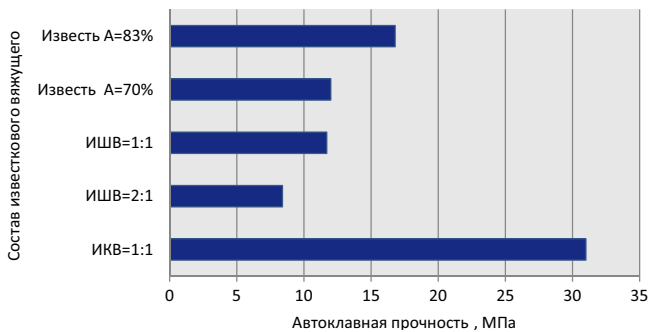


Рис. 3. Влияние состава известкового вяжущего на автоклавную прочность прессованного образца

дают большим водопоглощением. Водопоглощение увеличивается с уменьшением активности смеси.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- утилизацию отходов можно производить путем использования в производстве прессованных стеновых силикатных изделий на месте образования отходов;
- пески-отсевы дробления пород характеризуются достаточно постоянным гранулометрическим составом и прекрасно вписываются в интервал, предложенный в ОСТ 21-1–80 для изделий автоклавного твердения;
- пески – отсева дробления пород могут быть использованы как наполнитель при производстве силикатных стеновых изделий;
- пески – отсева дробления – это хорошее сырье для производства внутренних стеновых блоков;

#### Список литературы

1. Шелер Р., Ферстер В., Пирогов П.П. Типоразмеры силикатного кирпича и блоков. Основные требования. Применение кирпича в России в настоящее время // *Строительные материалы*. 2010. № 9. С. 44–46.
2. Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н., Голосов А.К. Отходы дробления горных пород как кремнеземистый компонент в производстве силикатного кирпича. Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности и энергетики: Сб. трудов международной научной конференции. Минск – Тула – Донецк, 2013. Т. 2. С. 401–405.
3. Бизяев О.Ю., Мармандян В.З., Ржанкова Н.Б., Мезнин А.О. Механический делитель проб щебня // *Строительные материалы*. 2011. № 5. С. 51–52.
4. Траутвайн А.И., Ядыкина В.В., Гридчин А.М. Повышение реакционной способности наполнителей в результате помола // *Строительные материалы*. 2010. № 12. С. 82–85.
5. Шелер Р. Проект завода по производству силикатного кирпича фирмы ЛАСКО // *Строительные материалы*. 2008. № 11. С. 33–35.
6. Загер И.Ю., Яшинкина А.А., Андропова Л.Н. Сравнительная оценка продуктов дробления горных пород месторождений нерудных строительных материалов Ямало-Ненецкого АО // *Строительные материалы*. 2011. № 5. С. 84–86.
7. Симагин В.Г., Каменева Е.Е. Использование отходов дробления горных пород в качестве искусственных оснований фундаментов в Карелии // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2009. Т. 11. № 1. С. 227–229.
8. 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. 14–17.

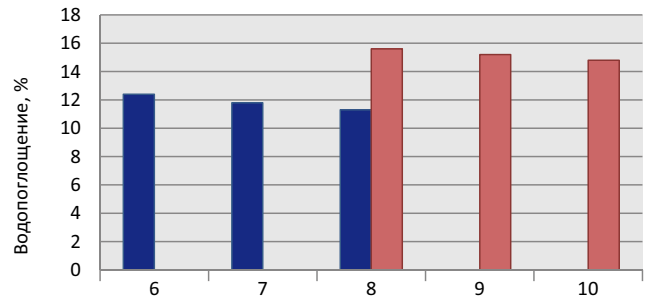


Рис. 4. Влияние содержания активных CaO+MgO в формовочной смеси и вида вяжущего на водопоглощение прессованных образцов из песков – отсева дробления: ■ – смесь на ИКВ по традиционной технологии; ■ – смесь на молотой известке по прямой технологии

– силикатные стеновые изделия из песков – отсева дробления можно производить по традиционной технологии с применением известково-кремнеземистого вяжущего;

– традиционная технология с использованием ИКВ на песках – отсевах дробления обеспечивает изделия с требуемой сырцово- и автоклавной прочностью;

– применение песка – отсева дробления в качестве компонента вяжущего, заменяющего кремнеземистый компонент, неэффективно.

При организации производства требуется завоз кварцевого песка для изготовления вяжущего в количестве 10–11%, или 0,3 м<sup>3</sup> на 1 тыс. шт. кирпича. Постоянство гранулометрического состава песка – отсева дробления позволяет получить оптимальный состав уже при расходе известково-кремнеземистого вяжущего 20%.

#### References

1. Sheler R., Ferster V., Pirogov P.P. Types and Sizes of Silicate Brick and Blocks. Main Requirements. The Use of Brick in Russia at Present. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 9, pp. 44–46. (In Russian).
2. Kuznetsova G.V., Morozova N.N., Golosov A.K. Waste of crushing of rocks as silicic component in production of a silicate brick. Social and economic and environmental problems of mining industry and power. Collection of works of the international scientific conference. Minsk-Tula-Donetsk. 2013. Vol. 2, pp. 401–405. (In Russian).
3. Bizyaev O.Yu., Marmandyan V.Z., Rzhankova N.B., Meznin A.O. Mechanical Divider of Crushed Stone Samples. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 5, pp. 51–52. (In Russian).
4. Trautvain A.I., Yadykina V.V., Gridchin A.M. Improvement of Reactionary Capacity of Fillers as a Result of Grinding. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 12, pp. 82–85. (In Russian).
5. Sheler R. Project of plant on production of a silicate brick of LASCO firm. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2008. No. 11, pp. 33–35. (In Russian).
6. Zager I.Yu. Yashin'kina A.A., Andronova L.N. Comparative Assessment of Rock Crushing Products from Non-Metallic Building Materials Deposits of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 5, pp. 84–86. (In Russian).
7. Simagin V.G., Kameneva E.E. Use of waste of crushing of rocks as the artificial bases of the bases in Karelia. *Izvestiya Samar'skogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2009. Vol. 11. No. 1, pp. 227–229. (In Russian).
8. Kuznetsova G.V., Morozova N.N. Problems of Replacement of Traditional Technology of Silicate Brick with Preparation of a Lime-Siliceous Binder by Direct Technology *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 9, pp. 14–17. (In Russian).

## Опыт производства и применения армированных конструкций из газобетона завода СИБИТ

Завод СИБИТ в октябре 2014 г. отметил 20-летний юбилей. За это время он по праву заслужил звание лидера строительной отрасли в области производства автоклавного газобетона. В настоящее время это современное предприятие, обладающее техническим потенциалом и производственной мощностью до 450 тыс. м<sup>3</sup> автоклавного газобетона в год.

Производство армированных конструкций (панели перекрытий, перемычки, крупные блоки) завод СИБИТ начал с 1995 г. на оборудовании и по технологии фирмы YTONG. Первые рабочие чертежи армированных конструкций были разработаны СибЗНИЭП в 1995 г. на основе немецких чертежей. Для повышения конкурентоспособности газобетонных панелей, а также для расширения номенклатуры армированных конструкций в 2008 г. чертежи были переработаны ООО «Новосибирское Экспериментальное Проектное Бюро». Опытные образцы панелей перекрытий и несущих перемычек кроме испытаний по физико-механическим и теплофизическим характеристикам бетона (плотность, прочность, морозостойкость, усадка при высыхании, теплопроводность и парапроницаемость) испытывали на прочность, жесткость и трещиностойкость конструкции методом нагружения. Натурные испытания, проведенные в аккредитованной лаборатории, подтвердили расчетные характеристики по прочности, жесткости и трещиностойкости с фактическим коэффициентом запаса прочности от 1,93 до 2,85 и с фактическим прогибом в два раза меньшим, чем контрольный. Кроме того, в ЦСИ «Огнестойкость» были проведены пожарные испытания панелей перекрытий по подтверждению предела огнестойкости REI 60.

После завершения всех необходимых испытаний в 2010 г. введены в массовое производство новые виды армированных конструкций – менее металлоемкие и отвечающие современным тенденциям рынка.

### Этапы производства

Армированные конструкции из автоклавного газобетона относятся к классу бетона по прочности при сжатии В3,5, марка средней плотности D600, D700.

Производство таких конструкций начинается с достаточно сложного этапа изготовления арматурного каркаса. На завод в бухтах поступает горячекатаная сталь класса АI, АIII  $\varnothing$  6–10 мм и класса ВI  $\varnothing$  4 мм. На арматурном участке сталь подвергается правке и рубке с последующим изготовлением плоских сеток с помощью точечной сварки. При изготовлении сеток используются сварочные кондукторы.

Объединение плоских сеток в объемный каркас выполняется на сварочной машине клещами точечной сварки.

На гибочной установке из плоских сеток получают гнутые арматурные каркасы перемычек. В свою очередь

каркасы свариваются из стержней и Н-образных элементов. Такие элементы изготавливаются на автоматической сварочной установке из перфорированных пластин размером 20×40×1 мм и проволоки класса ВI  $\varnothing$  4 мм.

Далее сетки и объемные каркасы транспортируются специальными технологическими тележками на участок нанесения защитной обмазки. Процесс подготовки нанесения обмазки очень важен для получения долговечных качественных изделий, но мало автоматизирован.

Объемные каркасы подвешиваются на инвентарные рамы с помощью специальных игл, которые вручную проталкиваются через направляющие бугелей рамы и отверстия пластин Н-образных элементов сверху вниз. Затем концевой замок фиксируется. После подвешивания блока армокаркасов производится его выправка при помощи упора, обеспечивающего требуемую толщину защитного слоя и закрепления бугелей. Собранный рама с арматурными каркасами погружается в ванну, заполненную антикоррозионной обмазкой до полного покрытия всех элементов.

После совершения возвратно-поступательных движений каркаса в обмазке для равномерного распределения массы по пруткам арматуры каркас медленно извлекается и выдерживается с легким встряхиванием над ванной для стекания остатков. После этого рама помещается в сушильную камеру, куда подается горячий воздух. В конце камеры погружной кран извлекает раму с высохшей арматурой и переносит на верхний ярус накопителя, где рама пневматическим конвейером передается в зону действия установочного крана.

Затем кран устанавливает раму с каркасом в подготовленную заливочную форму, затем рама закрепляется с помощью фиксирующих устройств.

Далее форма передвигается под смеситель на заливку газобетона. Такт формовки армированных изделий составляет 9 мин. После набора пластической прочности массива опрокидывающий кран переносит форму на место, где поворотом игл рама освобождается от арматурного каркаса. Установочный кран поднимает раму, вытягивая иглы из массива. Иглы при извлечении из массива очищаются. Очищенные иглы и рамы готовы для повторного использования.

Форма с массивом перемещается опрокидывающим краном в позицию резательных машин. После резки арми-



Сваривание плоских сеток



Изготовление арматурных каркасов



Арматура с нанесенной антикоррозионной обмазкой





Панели перекрытий после автоклавной обработки



Установка сухой резки перемычек



Армированные перемычки из автоклавного газобетона использованы при оформлении оконного проема

рованные изделия подаются на автоклавную обработку, которая длится около 13 ч и отличается более плавным подъемом и сбросом давления, чем при автоклавировании блоков без армирования. Разделение блоков по горизонтальным резам и установка их на деревянные поддоны для обвязки пластиковой лентой происходят с помощью крана.

Отгрузка производится автопогрузчиком с вилочным захватом или мостовым краном. Затем продукция направляется на склад или на участок сухой резки.

Сухая резка выполняется при необходимости продольной резки укрупненного блока перемычек на отдельные перемычки или специальных панелей перекрытий на доборные элементы перекрытий, которые технически невозможно выполнить на резательной машине.

#### Опыт применения

##### Панели перекрытий

*Технические характеристики панелей перекрытий, производимых на заводе СИБИТ:*

*ширина 600 мм;*

*длина 2–6 м;*

*расчетная нагрузка 600 кгс/м<sup>2</sup> при высоте панели 240 мм;*

*расчетная нагрузка 800 кгс/м<sup>2</sup> при высоте панели 300 мм*

*(ГОСТ 19570–74, рабочие чертежи: шифр 30–140 «Газобетонные панели перекрытий»; И-14-ИИ. 2.08 «Панели перекрытия из ячеистого бетона»)*

При работе и проектировании перекрытий из армированного газобетона необходимо обращать особое внимание на то, что такие панели, производимые по резательной технологии, являются беспетлевыми изделиями. Соответствен-

но для их монтажа необходимо применять специальные грузозахватные траверсы клещевого типа или использовать мягкие стропы, а для формирования жесткого диска перекрытия необходимо выполнять обвязочный железобетонный пояс. Дополнительную жесткость диска перекрытия обеспечивает систем паз-гребень и дополнительный заливной паз, в который замоноличивается арматура, связанная с металлическим каркасом обвязочного пояса.

Неоспоримое преимущество перекрытий из таких панелей – это отсутствие необходимости утепления полов, так как плита состоит из того же материала, что и стены, и имеет достаточную толщину.

Еще одно отличительное свойство таких панелей – это малая масса. Несмотря на то что газобетонные панели не имеют пустот, 1 м<sup>2</sup> перекрытия из газобетонных панелей приблизительно в 1,5 легче, чем железобетонная многослойная плита такой же площади. Это не только сокращает нагрузки на стены и фундаменты, но и позволяет привезти комплект плит на перекрытие коттеджа размером 10×10 м в длинном мерном прицепе за один рейс.

Высокая точность размеров панелей, изготовленных по резательной технологии, и система паз-гребень позволяют до минимума снизить затраты времени и средств на отделку. В случаях, когда нет дополнительных требований, межэтажные перекрытия в индивидуальных домах выполняют без стяжки под чистый пол.

Высокая степень огнестойкости подтверждена соответствующим сертификатом. Панели перекрытий СИБИТ применяются при строительстве как домов из автоклавного газобетона, так и в домах из кирпича.

Основной объем панелей перекрытий применяется в коттеджном строительстве, а также в домах высотой 3–5 этажей при комплексном применении изделий из автоклавного газобетона на несущие и наружные стены. Ежегодно завод СИБИТ обеспечивает около 35 тыс. м<sup>2</sup> перекрытий и покрытий.

#### Перемычки

*Перемычки для внутренних и наружных ограждающих конструкций рассчитаны на нагрузки от собственного веса, веса кладки над ними, а также нагрузок перекрытий 200–4000 кгс/м<sup>2</sup>, изготавливаются длиной 1310–3000 мм, разных сечений (СТО 39136230-01–2008 «Перемычки из ячеистого бетона для зданий и сооружений», рабочие чертежи И-14-ИИ.1.07 «Перемычки из ячеистого бетона»).*

Перемычки применяются при индустриальном строительстве и при возведении высотных зданий, при заполнении наружных стен как газобетонными блоками, так и кирпичом.

Преимущества использования готовых перемычек СИБИТ:

– получение однородных ограждающих конструкций по теплотехническим характеристикам;

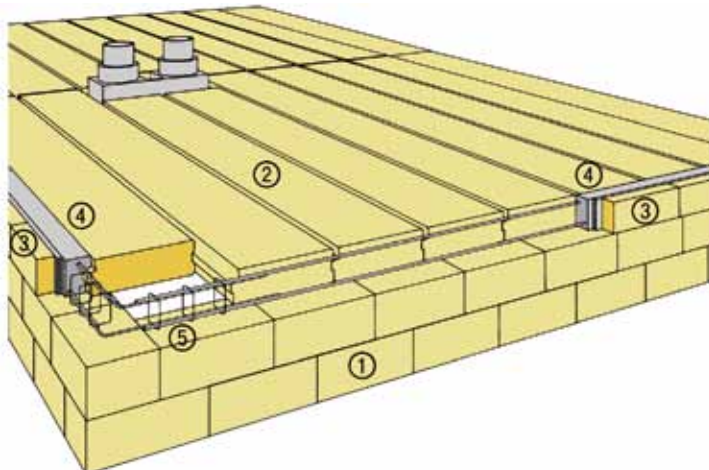


Схема монтажа перекрытия с использованием плит перекрытий из армированного газобетона: 1 – кладка из стеновых блоков СИБИТ; 2 – панели перекрытий СИБИТ; 3 – доборный блок СИБИТ; 4 – армированный пояс по периметру здания; 5 – армированный каркас монолитного пояса



Пример применения крупных блоков при строительстве жилья в северных регионах

– возможность монтажа конструкций без использования грузоподъемных механизмов, что особенно важно при заполнении стен каркасных зданий, когда перекрытия верхних этажей уже выполнены;

– в отличие от сборно-монолитных перемычек перемычки СИБИТ сразу после монтажа воспринимают расчетную нагрузку, что обуславливает возможность монтажа панелей перекрытий без технологического перерыва.

### Крупные блоки

*Крупные блоки для внутренних и наружных ограждающих конструкций с размерами 600×600 мм, длиной 1500–4500 мм (ТУ 5835-003-39136230–97, рабочие чертежи И-715-ИИ 1.95).*

Использование крупноформатных изделий позволяет на порядок увеличить темпы строительства, особенно эффективно применение крупноформатных конструкций при массовой застройке типовыми зданиями. Крупные блоки требуют применения грузоподъемных механизмов, что оправданно при таких типах застройки. Несмотря на то что крупные блоки армируются в первую очередь с целью сохранения целостности изделий при транспортировке и монтаже, в процессе эксплуатации объектов наличие армирования блоков также положительно отражается на качестве построенных объектов в части трещиностойкости.

Первые дома из крупных блоков завода СИБИТ строились в Новосибирске, далее опыт был перенесен в более суровые районы северных городов Тюменской области: Сургут, Нефтеюганск, Ханты-Мансийск.

Постоянный лабораторный контроль на всех этапах производства – одна из составляющих гарантии качества продукции СИБИТ®.

Вся продукция завода СИБИТ в полном объеме проходит проверку в независимых лабораториях Новосибирска. Качество продукции подтверждено сертификатом соответствия, сертификатом пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологическим заключением, сертификатом «Эко-материал».

Производство газобетонных изделий автоклавного твердения является основным видом деятельности завода, которому высококвалифицированные специалисты отдают все свои знания и навыки, вкладывая душу в любимое дело.

Шагая в ногу со временем, завод СИБИТ сегодня – это совершенствование технологии, поиск новых конструктивных решений и стабильное качество продукции. В ближайших планах предприятия – модернизация арматурного участка, что, несомненно, окажет влияние на качество выпускаемой армированной продукции. Все усилия специалистов завода направлены на удовлетворение потребностей клиентов и воплощение новейших технологий в повседневной жизни.

Реклама

# Есть Такая Система



Группа компаний  
«Единая Торговая Система»

## 20 ЛЕТ НА РЫНКЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

[WWW.UTSRUS.COM](http://WWW.UTSRUS.COM)

## VII Международная конференция

# НАНОТЕХНОЛОГИИ

## В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

21–23 марта 2015 г. Шарм-эль-Шейх, Египет

### Организаторы конференции

Египетско-российский университет (ERU)

Национальный исследовательский центр жилья и строительства (HBRC)

Ижевский государственный технический университет

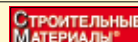
им. М.Т. Калашникова



### Тематика конференции

- Нанокompозиты в строительных материалах
- Производство лакокрасочных материалов с нанодобавками
- Нанотехнологии в строительстве
- Нанотехнологии в стеклах и керамике
- Защита от пожара с помощью наночастиц
- Нанотехнологии для энергоэффективности в зданиях
- Нанотехнологии в кондиционировании воздуха
- Моделирование нанокompозитов
- Наноструктурирующие материалы в архитектуре
- Модификация минеральных вяжущих наносистемами

Информационная поддержка – журнал «Строительные материалы»®



Сайт конференции: [http://inter.istu.ru/russian/nano\\_r.html](http://inter.istu.ru/russian/nano_r.html)

#### Контактная информация в Египте

Профессор Шериф Солиман Хелми  
Египетско-российский университет  
Cairo High Road, Bard City-Suez  
E-mail: president@eruegypt.com

Тел.: +20(02)28643349, (02)28643341. Факс: +20(02)28643332

#### Контактная информация в России

Профессор Григорий Иванович Яковлев  
ИжГТУ им. М.Т. Калашникова  
426069 Ижевск, ул. Студенческая, 7  
E-mail: gyakov@istu.ru

Тел.: 8-9128566688. Факс: +7(3412)59 25 55

## НОВОСТИ

### Производителям щебня в Карелии грозит банкротство из-за установленных тарифов на перевозки по железной дороге

После введения новых тарифов на перевозки щебня цена карельской продукции существенно увеличивается, за счет чего перестает быть конкурентоспособной в отличие от украинского щебня.

Республика Карелия располагает широким потенциалом минерально-сырьевой базы: осваиваются железные руды, порфириды, шунгиты, добываются строительные нерудные материалы, торф. В настоящее время в Карелии реализуется более 40 инвестиционных проектов по добыче строительного камня для производства щебня и блоков, добычи песка и торфа.

Горнопромышленный комплекс в течение последних лет являлся одним из самых перспективных и интенсивно развивающихся направлений экономики Карелии. Однако в этом году горнопромышленники столкнулись с серьезными трудностями: с 1 июня 2014 г. тарифы на грузовые перевозки для Октябрьской железной дороги рассчитываются по фактически пройденному пути, хотя прежде это делалось исходя из кратчайшего пути между станциями. Брать с грузоперевозчиков плату за реально пройденные километры согласно этому документу можно в тех случаях, когда поезд отправляется окольными путями из-за загруженности основных железнодорожных магистралей. Такое решение привело к удорожанию расходов на транспортные перевозки на 35–80%. И как результат в этом году произошло замедление темпов роста производства строительного щебня.

Эта проблема была поднята на VI съезде горнопромышленников Республики Карелия, который прошел 4–5 декабря в Петрозаводске. Например, директор ООО «Лобское-5» Виктор Кретов заявил о необходимости ограничения ввоза щебня в Россию с территории Украины. «Украина везет в Москву 24 млн т щебня в год. При этом вся Карелия производит 18 млн т щебня», — отметил руководитель предприятия. По его словам, нововведенные тарифы делают невыгодной поставку карельского камня на стройки Москвы и открывают этот большой рынок для украинских предприятий, вместо того чтобы поддерживать российских производителей.

Горнопромышленники Карелии считают, что ситуация в их отрасли близка к критической, несмотря на то что доля ГПК в промышленном производстве республики в 2014 г. составляет почти 40% и вплотную приближается к показателям лесного комплекса. Под угрозой закрытия оказалось 14 карьеров. Неоднократные попытки республиканского правительства отстоять интересы горнопромышленников в федеральных органах власти пока не дали никакого результата.

*По материалам пресс-службы правительства Республики Карелия и МК.RU. Карелия*

УДК 666.973.6:663.916.8

А.Ю. СТОЛБОВОУШКИН<sup>1</sup>, канд. техн. наук (stanyr@list.ru), А.И. ИВАНОВ<sup>1</sup>, инженер;  
Г.И. БЕРДОВ<sup>2</sup>, д-р техн. наук (mashkin@sibstrin.ru); В.А. СЫРОМЯСОВ<sup>1</sup>, инженер;  
М.С. ДРУЖИНИН<sup>3</sup>, студент (dms95@mail.ru)

<sup>1</sup> Сибирский государственный индустриальный университет (654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

<sup>2</sup> Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (630008, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113)

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4)

## Влияние вещественного состава заполнителя из отходов сжигания топлива на формирование ячеистой структуры газозолобетона

Представлены результаты исследований золы после сжигания углеотходов в теплоэнергетических установках вихревого типа в качестве заполнителя для получения газозолобетона. Установлено, что зола по вещественному составу пригодна для производства строительных материалов с ячеистой структурой при низком содержании углеродистого остатка. Определены критерии по допустимому содержанию остаточного углерода в золе, влияющему на формирование структуры и эксплуатационные свойства изделий из газозолобетона. При твердении газобетонной смеси с зольным заполнителем, содержащим углерод в количестве не более 2 мас. %, при формировании твердой фазы происходит образование игольчатых кристаллов этрингита, армирующих межпоровые перегородки и увеличивающих прочность газозолобетона до 6 МПа.

**Ключевые слова:** зола, отходы углеобогащения, газозолобетон, ячеистая структура.

A.YU. STOLBOUSHKIN<sup>1</sup>, Candidate of Sciences (Engineering) (stanyr@list.ru), A.I. IVANOV<sup>1</sup> Engineer;

G.I. BERDOV<sup>2</sup>, Doctor of Sciences (Engineering) (mashkin@sibstrin.ru); V.A. SYROMYASOV<sup>1</sup>, Engineer; M.S. DRUZHININ<sup>3</sup>, Student (dms95@mail.ru)

<sup>1</sup> Siberian State Industrial University (42, Kirov Street, Kemerovo region, Novokuznetsk, 654007, Russian Federation)

<sup>2</sup> Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (113, Leningradskaya Street, Novosibirsk, 630008, Russian Federation)

<sup>3</sup> Saint-Petersburg State University of Civil Engineering (4, 2<sup>nd</sup> Krasnoarmeyskaya Street, St. Petersburg, 190005, Russian Federation)

### Influence of the Material Composition of Filler from Fuel Combustion Waste on the Formation of a Gas-Ash Concrete Cellular Structure

The results of the investigations of ash from combustion of coal waste in the swirl heat-power units as a filler for gas-ash concrete are presented. It is established that ash in its material composition with low content of carbon can be used for manufacture of building materials with a cellular structure. The criteria for acceptable content of residual carbon in ash, influencing the structure formation and operating ability of the products from gas-ash concrete are defined. When hardening the gas concrete mixture with the ash filler containing carbon in the amount of not more than 2 wt. %, during the formation of the solid phases, the generation crystals needles of ettringite reinforcing interporous partitions and increasing the strength of a gas-ash concrete up to 6 MPa takes place.

**Keywords:** ash, waste coal, gas-ash concrete, cellular structure.

В современной России одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники является рациональное природопользование, в соответствии с которым руководством страны приняты Экологическая доктрина и Федеральный закон «Об охране окружающей среды». На совещании по вопросу стимулирования переработки отходов, проходившем в апреле 2013 г. в Москве, Президентом РФ обозначена необходимость рационального обращения с отходами и перехода промышленных предприятий на замкнутые безотходные технологии.

Одним из наиболее массовых видов промышленных отходов являются отходы теплоэнергетики. О важности и актуальности решения экологических задач свидетельствует опыт работы Европейской ассоциации продуктов сжигания угля (ЕСОВА), в которую входят 15 европейских стран, а также присоединившиеся организации на других континентах. Количество золы перерабатываемой членами ЕСОВА достигает 90% [1]. В России вторичное использование зол составляет менее 15% от объемов их образования, при этом потенциал использования данного техногенного сырья намного шире и простирается от материалов и изделий для дорожного строительства до изготовления золокерамического кирпича и самостоятельного зольного вяжущего [2].

Ячеистые бетоны являются одними из наиболее востребованных строительных материалов в России. Данное обстоятельство связано с быстротой и экономичностью возводимых конструкций. Этот стеновой материал обладает высоким сопротивлением теплопередаче ограждающих конструкций и соответствует современным нормативным требованиям по тепловой защите зданий при возведении однослойных стен в большинстве климатических районов нашей страны. Широкое использование ячеистых бетонов также будет способствовать успешной реализации государственных программ «Доступное жилье» и «Малозэтажное строительство».

Целью настоящей работы являлось изучение вещественного состава и оценка зол, образующихся при сжигании углеродсодержащих отходов в теплоэнергетических установках вихревого типа, как сырья для получения газозолобетона.

Работа выполнялась в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ (тема № 2555 «Развитие фундаментальных основ экономически эффективной утилизации углеродсодержащих отходов на основе их использования в качестве топлива для автоматизированных теплоэнергетических установок и производства строительных материалов из зольных остатков»).

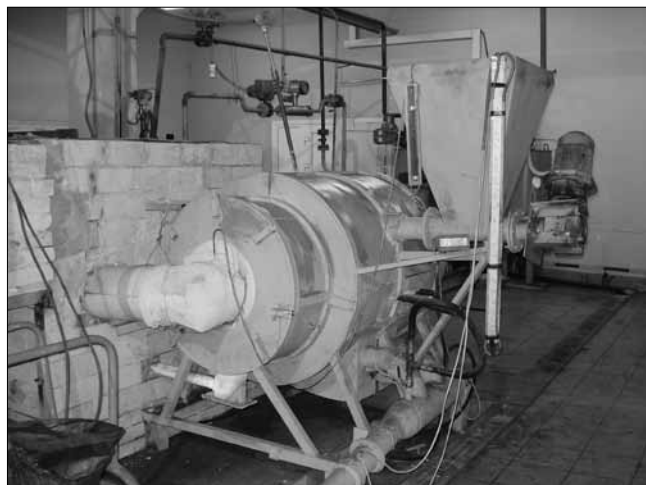


Рис. 1. Автоматизированная теплоэнергетическая установка вихревого типа на опытно-экспериментальном участке Сибирского государственного индустриального университета (Новокузнецк)

При сжигании топлива в тепловых агрегатах содержание углерода в золе зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются применяемая технология сжигания и конструктивные особенности теплоэнергетической установки [3]. На вещественный состав зол, используемых в настоящей работе, в значительной мере оказывает влияние конструкция импульсной вихревой топki (рис. 1), предназначенной для сжигания сухих пылевидных угольных отходов и иных видов балластированного твердого топлива (отходы углеобогащения, шламы, сланцы, бурые угли) [4].

На первом этапе были проведены комплексные исследования вещественного состава золы от сжигания отходов углеобогащения. Для отбора проб материала задавались режимы работы вихревой топki, обеспечивающие различное содержание остаточного углерода в золе с целью моделирования работы теплоэнергетических установок в реальных условиях эксплуатации. Зольные остатки от сжигания топлива были условно разделены на три группы по содержанию углерода: менее 1; 1–3,5; 3,5–7,5 мас. %.

Химический состав золы от сжигания отходов углеобогащения, определенный методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии (Shimadzu XRF 1800), приведен в табл. 1. Результаты расчетов [5] показали стойкость исследованных проб к железистому и силикатному распаду. Модули основности и активности отобранных проб (табл. 1) составляют соответственно 0,13; 0,08; 0,12 и 0,4, 0,35; 0,33.

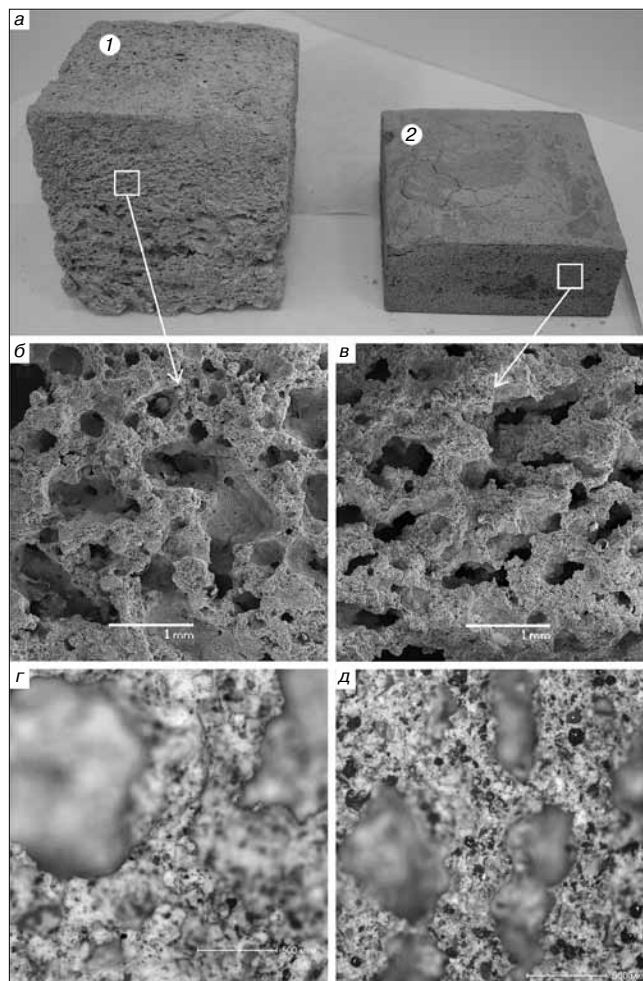


Рис. 2. Экспериментальные образцы (а) и макроструктура (б – г) газозолобетона на основе золы от сжигания отходов углеобогащения. Условия съемки: СЭМ (б, в); оптическая микроскопия (г, д), аншлиф, отраженный свет, николи II

Минеральный состав золы, по данным рентгеновской дифрактометрии, представлен кварцем ( $d/n=0,425; 0,333; 0,223; 0,212; 0,166$  нм), гематитом ( $d/n=0,367; 0,269; 0,251; 0,22; 0,184$  нм), полевым шпатом ( $d/n=0,374; 0,319; 0,296$  нм) и мусковитом ( $d/n=0,5; 0,443; 0,24$  нм), присутствуют также кальцит ( $d/n=0,303; 0,228; 0,208$  нм) и ангидрит ( $d/n=0,347; 0,284$  нм). Аморфное гало свидетельствует о значительном содержании стеклофазы.

Уточнение фазового состава проб проведено методом дифференциально-термического анализа. При на-

Таблица 1

Пробы	Массовая доля компонентов, % (на абсолютно сухое вещество)											
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	MnO	S	P	C	ППП
1	53,38	0,95	21,52	7,5	2,18	7,66	5,39	0,18	0,88	0,24	<0,1	0
2	53,51	0,89	17,89	6,73	1,85	8,47	4,37	0,09	0,53	0,13	3,46	2,09
3	44,09	1,4	18,65	5,6	1,82	10,84	4,22	0,12	1,12	0,2	7,6	4,34

Таблица 2

Пробы	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /кг	Содержание фракций, мас. %				
			>200 мкм	200–80 мкм	80–60 мкм	60–40 мкм	<40 мкм
1	950	291	0,15	3,63	2,81	3,21	90,2
2	980	278	0,91	7,73	6,79	7,63	76,93
3	1025	270	1,94	14,16	12,81	14,34	56,75

Таблица 3

Показатель	Содержание углерода в золе, мас. %		
	7,6	3,46	<0,1
Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	1486	596	548
Открытая пористость, %	38,9	43,3	44,7
Прочность при сжатии, МПа	2,6	4,9	5,7
Коэффициент конструктивного качества	3,5	8,5	10,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,47	0,12	0,105

гревании в золе протекают физико-химические реакции с выраженным экзотермическим эффектом при температуре 556°С, обусловленным интенсивным выгоранием углерода. Незначительный эндотермический эффект при температуре 780°С свидетельствует о разложении карбонатов.

Удельная поверхность и дисперсность золы определены на лазерном гранулометре (Mastersizer 2000) и представлены в табл. 2.

В результате проведенных исследований установлено, что отобранные пробы золы имеют незначительное различие по химическому составу, за исключением содержания углерода, относятся к кислому и низкокаль-

циевому сырью. Обладают стойкостью к железистому и силикатному распаду, имеют полиминеральный, преимущественно алюмосиликатный, состав с обилием стеклофазы. Таким образом, зола от сжигания отходов углеобогащения в топках вихревого типа пригодна в качестве дисперсного заполнителя для производства строительных материалов с конгломератной или ячеистой структурой.

На втором этапе исследований по стандартной методике был выполнен подбор состава бетонной смеси на основе исследуемой золы. На 1 м<sup>3</sup> газозолобетона средней плотности в сухом состоянии 600 кг/м<sup>3</sup> содержание компонентов составило:

- ШПЦ М400 (75% в смешанном вяжущем) 190,5 кг;
- известь (25% в смешанном вяжущем) 70,6 кг;
- зола 317,5 кг;
- вода 343 л;
- алюминиевая пудра 0,386 кг.

Для приготовления стандартных образцов размером 70×70×70 мм в качестве заполнителя использовалась зола с различным содержанием углерода (от 0,1 до 7,5%). В процессе проведения эксперимента определялся коэффициент увеличения объема газозолобетонной смеси. Установлено, что у образцов на золе с высоким содержанием углерода коэффициент увеличения объема был существенно ниже (в 2,6 раза) по сравнению с образцами, практически не имеющими углистого остатка в зольном заполнителе. Полученные результаты можно объяснить взаимодействием между остаточным углеродом зольного компонента и частью гидроксида кальция известкового компонента. В результате этого нарушается расчетный баланс между компонентами, участвующими в реакции газообразования, что приводит к увеличению средней плотности образцов (рис. 2, образец 2).

Образцы подвергались естественному твердению в течение 28 сут при температуре 20–22°С. Результаты испытаний физико-механических и теплофизических свойств образцов представлены в табл. 3. Общий вид и макроструктура образцов представлены на рис. 2.

На третьем этапе были проведены комплексные исследования структуры и фазового состава полученных газозолобетонных образцов с использованием рентгенофазового и дериватографического анализа, оптической и электронной микроскопии. Особенности строения твердой фазы межпоровых перегородок в значительной мере определяют эксплуатационные характеристики материала и обусловлены прежде всего размерами, формой, пространственным расположением и взаимодействием отдельных составляющих минеральных фаз [6, 7].

По данным дифрактометрического анализа в газозолобетоне (в возрасте 28 сут) установлены минеральные фазы: кварц (d/n=0,426; 0,335; 0,245; 0,228; 0,153 нм), гидросиликаты тоберморитовой группы CSH(V) и C<sub>2</sub>SH<sub>2</sub> (d/n=0,384; 0,303; 0,285; 0,228; 0,187 нм), этtringит (d/n=0,469; 0,388; 0,263; 0,192; 0,168 нм). Полученные результаты подтверждаются

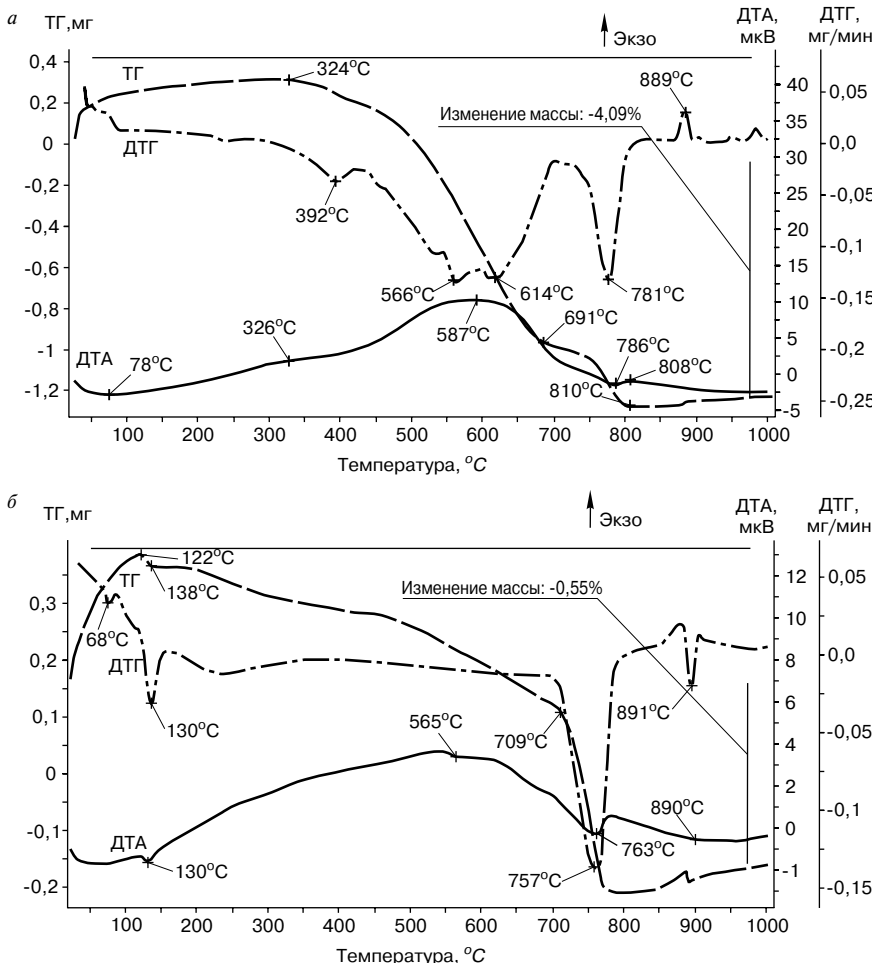


Рис. 3. Дериватограммы газозолобетона с высоким (а) и низким (б) содержанием углерода в зольном заполнителе

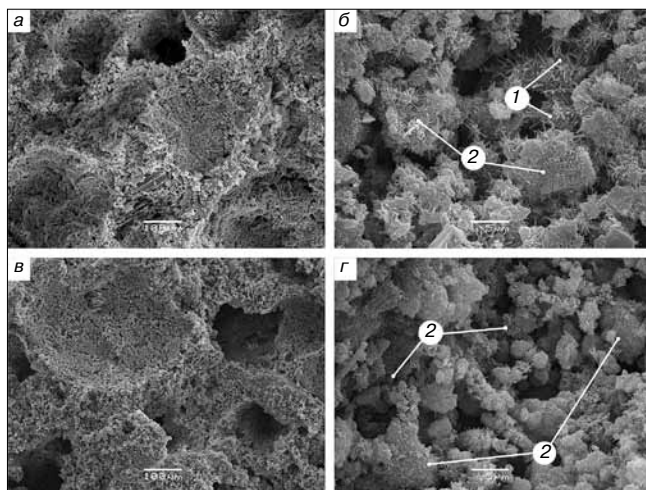


Рис. 4. СЭМ изображения микроструктуры газозобетона с низким (а, б) и высоким (в, г) содержанием остаточного углерода в золе: 1 – этtringит; 2 – CSH

термическим анализом материала. Для образцов на основе золы, не содержащей углерода, на кривой ДТА (рис. 3, б) наблюдаются три эндотермических эффекта. Первый тепловой эффект с минимумом при температуре 130°C соответствует потере физически связанной воды, второй – при 763°C вызван дегидратацией гидросиликатов кальция, третий – при 890°C обусловлен деструкцией кристаллической решетки силикатов кальция. Для образцов из золы с высоким содержанием углерода (более 7 мас. %) можно отметить экзотермические эффекты при температуре 326 и 587°C, связанные с выгоранием углерода, и выраженный эндотермический эффект при 786°C, свидетельствующий о дегидратации гидросиликатов кальция, как и в предыдущих образцах (рис. 3, а).

#### Список литературы

1. Feuerborn H.J. Coal combustion products in Europe – an update on production and utilisation, standardisation and regulation // *World of Coal Ash (WOCA) Conference*. Denver. 2011. Vol. 1, pp. 125–148.
2. Christy C.F., Tensingb D. Greener building material with flyash // *Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)*. 2011. Vol. 12. No 1, pp. 87–105.
3. Багрянцев В.И., Казимиров С.А., Куценко А.И. и др. Практика и перспективы использования твердых углеродсодержащих отходов в качестве топлива для теплоэнергетических агрегатов // *Вестник СибГИУ*. 2013. № 3. С. 33–38.
4. Багрянцев В.И., Бровченко С.А., Подольский А.П. и др. Разработка агрегата и технологии для эффективного сжигания дисперсных отходов углеобогащения во вращающемся потоке воздуха // *Вестник СибГИУ*. 2013. № 4. С. 36–41.
5. Столбушкин А.Ю., Карпачева А.А., Темлянцев М.В. и др. Оценка золы от сжигания углеродсодержащих отходов в вихревых топках как техногенного сырья для ячеистых бетонов // *Вестник КузГТУ*. 2014. № 5. С. 85–90.
6. Мысатов И.А. Исследование основных закономерностей образования макроструктуры в крупных массивах газобетона. Дисс. канд. техн. наук. Л., 1971. 165 с.
7. Силаенков Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. М.: Стройиздат, 1986. 176 с.
8. Goldstein J. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis, 3rd ed. New York: Springer Science + Business Media. 2003. 690 p.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) подтверждает образование гидросиликатов в исследованных образцах. При использовании золы с низким содержанием углерода структура газозобетона пронизана игольчатыми кристаллами этtringита, обеспечивающими микроармирование межпоровых перегородок (рис. 4, а, б). Напротив, в образцах из золы с высоким содержанием углеродистого остатка кристаллы этtringита находятся в зародышевом состоянии, и при этом образец имеет более рыхлую текстуру (рис. 4, в, г).

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- использование золы от сжигания отходов углеобогащения в теплоэнергетических установках вихревого типа обеспечивает высокие эксплуатационные свойства газозобетонных изделий средней плотностью менее 600 кг/м<sup>3</sup> при отсутствии углеродистого остатка в зольном заполнителе;
- невыгоревшая мацеральная часть топлива золы в количестве более 4 мас. % препятствует формированию ячеистой структуры бетона из-за нарушения процесса газообразования в смеси, что приводит к увеличению средней плотности материала (в 2,5–2,7 раза) и, как следствие, к повышению его коэффициента теплопроводности до 0,5 Вт/(м·°C);
- при твердении газобетонной смеси с зольным заполнителем, содержащим незначительное количество углерода (не более 2 мас. %), в материале происходит образование игольчатых кристаллов этtringита, армирующих межпоровые перегородки и увеличивающих прочность образцов в среднем на 7–10%;
- применение зол с содержанием остаточного углерода менее 3,5 мас. % позволяет получить по предложенной технологии газозобетон с плотностью 550–600 кг/м<sup>3</sup>, прочностью при сжатии 5–6 МПа, коэффициентом конструктивного качества 8,5–10,5 и коэффициентом теплопроводности 0,105–0,120 Вт/(м·°C).

#### References

1. Feuerborn H.J. Coal combustion products in Europe – an update on production and utilisation, standardisation and regulation. *World of Coal Ash (WOCA) Conference*. Denver. 2011. Vol. 1, pp. 125–148.
2. Christy C.F., Tensingb D. Greener building material with flyash. *Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)*. 2011. Vol. 12. No 1, pp. 87–105.
3. Bagryantsev V.I., Kazimirov S.A., Kutsenko A.I., et al. Practice and prospects of solid carbonaceous waste as fuel for heat and power aggregates. *Vestnik SibGIU*. 2013. No. 3, pp. 33–38. (In Russian).
4. Bagryantsev V.I., Brovchenko S.A., Podol'skii A.P., et al. Development of the aggregate and technology for efficient burning of disperse coal waste in a rotating flow of air. *Vestnik SibGIU*. 2013. No. 4, pp. 36–41. (In Russian).
5. Stolboushkin A.Ju., Karpacheva A.A., Temljancev M.V., et al. Examination of the ash from carbon-containing waste combustion in the vortex furnaces as technogenic raw material for cellular concrete. *Vestnik KuzGTU*. 2014. No. 5, pp. 85–90. (In Russian).
6. Mysatov I.A. Study of basic regularities formation of macrostructure in large arrays of aerated concrete. Cand. Diss. (Engineering). Leningrad. 1971. 165 p. (In Russian).
7. Silaenkov E.S. *Dolgovechnost' izdelii iz yacheistykh betonov*. [Durability of goods from cellular concrete]. Moscow: Stroizdat. 1986. 176 p. (In Russian).
8. Goldstein J. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis, 3rd ed. New York: Springer Science + Business Media. 2003. 690 p.

Г.Р. БУТКЕВИЧ, канд. техн. наук (georgybutkevich@gmail.com)

Научно-исследовательский и проектно-исследовательский институт по проблемам добычи, транспорта и переработки минерального сырья в промышленности строительных материалов (ВНИПИИстромсырье) (125080, г. Москва, Волоколамское ш., 1)

## Промышленность нерудных строительных материалов США на современном этапе

Приведены данные о состоянии промышленности нерудных строительных материалов США и прогнозе ее развития на ближайшие годы. На примере крупных фирм-производителей НСМ показаны варианты новых технологических решений.

**Ключевые слова:** нерудные строительные материалы, самоходный перерабатывающий комплекс, драглайн, мехлопата, прогноз развития.

G.R. BUTKEVICH, Candidate of Sciences (Engineering) (georgybutkevich@gmail.com)  
Research and Design Institute for Extraction, Transportation and Processing of Mineral Raw Materials in Building Materials Industry  
(1, Volokolamskoe Highway, Moscow, 125080, Russian Federation)

### U.S. Industry of Non-Metallic Building Materials at Current Stage

Information about the state of the non-metallic building materials industry in the USA and forecasts of its development for the coming years are presented. Variants of new technological solutions are shown on the example of large companies-manufacturers of NMBM.

**Keywords:** non-metallic building materials (NMBM), self-propelled processing complex, dragline, mechanical shovel, development forecast.

После продолжительного спада в США начал увеличиваться спрос на нерудные строительные материалы (НСМ), что обусловлено улучшением состояния экономики и связанным с этим увеличением доходов жителей и поступающих в бюджет налогов. Значительную долю на рынке НСМ занимают средства, ассигнуемые на развитие инфраструктуры, в первую очередь дорожное строительство. В прогнозах отмечается, что за годы кризиса возросла численность населения страны, что способствует оживлению рынка жилищного строительства.

Американские аналитики систематически оценивают перспективы развития промышленности НСМ. Их прогнозы основываются на анализе принятых и, следовательно, обеспеченных финансированием федеральных и муниципальных программ, изменений в демографии и социальной сфере. Журнал «Пит энд Квори» постоянно публикует прогнозы на краткосрочный период (табл. 1) [1]. Поэтому данные о динамике спроса на НСМ становятся доступными широкому кругу заинтересованных специалистов. Это позволяет компаниям объективнее оценивать перспективы функционирования предприятий, целесообразность введения новых мощностей и проведения реконструкций.

Происходят перемены в технической оснащённости предприятий. Причем нередко принимаются смелые, неординарные решения, создается оригинальное оборудование.

В последнее десятилетие предприятия промышленности НСМ интенсивно оснащаются самоходными и передвижными модульными дробильно-сортировочными комплексами. Этот вид оборудования благодаря своим достоинствам стал очень популярен, занял

ведущие позиции в информационном поле — в статьях, рекламе, на выставках. Его производство быстро освоили специализированные фирмы разных стран. Применение самоходных перерабатывающих комплексов позволяет за короткий срок организовать производство продукции, обслуживать одним комплектом оборудования несколько карьеров.

Прослеживается стремление к установке более мощного оборудования, в том числе бывшего в употреблении, прежде почти не использовавшегося на карьерах отрасли, в том числе мощных шагающих экскаваторов, которые эксплуатировались на карьерах, добывающих другие полезные ископаемые. Например, компания «Валкэн материалз» для разработки обводненного песчано-гравийного месторождения, после того как было принято решение о реконструкции, доставила на карьер, принадлежащий компании «Сэнджер сэнд грейвел» (Калифорния), шагающий драглайн «Бьюсайрус-Ири 680W». Его характеристика: емкость ковша 19 м<sup>3</sup>, длина стрелы 67 м, угол наклона 40 град. масса около 1 тыс.т, мощность двигателей 5 тыс. Вт, мощность трансформатора 1800 КВА. Драглайн работал на угольном карьере в штате Огайо с 1989 г.

Приобретая драглайн, руководители компании принимали во внимание необходимость сохранения условий функционирования развитого в этом районе сельскохозяйственного комплекса. Поскольку уровень грунтовых вод высок, от применявшегося прежде водопонижения отказались. Драглайн разрабатывает частично обводненный забой на глубину 23–30 м и укладывает добытую песчано-гравийную массу в штабель для обезвоживания. Из штабеля материал вынимает погрузчик «Катерпиллер 990»

**Таблица 1**

**Прогноз потребления нерудных строительных материалов в США**

Вид строительных работ	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Жилищное строительство, млрд т	0,31	0,34	0,38	0,49	0,6	0,45
Гражданское строительство, млрд т	0,48	0,54	0,57	0,54	0,54	0,61
Строительство инфраструктуры, млрд т	1,2	1,1	1,06	1,07	1,07	1,15
Всего, млрд т	1,99	1,98	2,01	2,04	2,21	2,21
К предыдущему году, %	2,5	-0,5	1,5	1,5	8,3	0

и загружает ленточный конвейер длиной 1200 м. Конвейер разгружает горную массу в промежуточный склад ДСЗ. Ранее месторождение разрабатывалось с осушением, а минеральное сырье транспортировалось на ДСЗ самосвалами. Сборка и модернизация узлов драглайна заняла 10 месяцев. Существенные изменения были внесены в устаревшую конструкцию приводов [2].



Таблица 2

Планируемые показатели фирм на 2014 г. [5]

Компания	Рост объема производства, %	Изменение цены на HCM, %	Объем продаж, млн дол. США	Прибыль, млн дол. США
«Мартин Мариэтта»	4–5	3–5	385–405	40–45
«Валкэн материалз»	4–7	3–5		

Другой пример, использование бывшего в употреблении мощного экскаватора. На карьере компании «Палм-Бич-Аггрегейтс» (Флорида) внедрена уникальная технология разработки обводненного месторождения, сложенного слабыми карбонатными породами. Выемку и укладку в штабель горной массы осуществляет драглайн «Бюсайрус-Ири 1260W», а отгрузку из штабеля – мехлопата «Марион М-191» с ковшом емкостью 19 м<sup>3</sup>. Мехлопата загружает комплекс производительностью до 3 тыс. т/ч, состоящий из двух независимых машин: приемного устройства и дробильного агрегата с роторной дробилкой, которые смонтированы на гусеничном ходу. Самоходный дробильный агрегат перегружает горную массу на забойный ленточный конвейер длиной 600 м, который установлен на понтонах вдоль фронта работ и загружает магистральный конвейер, доставляющий сырье на ДСЗ. Длина магистрального конвейера 4,8 км [3].

Производство качественной продукции из песчано-гравийной смеси связано с мокрими процессами переработки горной массы. Такая технология требует создания шламоохранилищ, которые не только занимают значительную площадь, но и приводят к деградации прилегающих территорий. Поэтому многие годы предпринимаются попытки находить решения, позволяющие сгустить пульпу. Конечная задача – превратить твердую составляющую пульпы в продукт, который можно отгружать и вывозить. Такая задача была поставлена и решена на карьере Стевенс Грик Квори во Флориде. На карьере установили комплект оборудования, который позволяет получить массу влажностью 25–25%. Производительность комплекса, включающего сгуститель, составляет 30 т/ч по обезвоженному продукту (кеку). Полученный продукт используется для рекультивации нарушенных горными работами земель. Кроме того, начато производство мелкозернистого песка фракции 0,04–0,3 мм, прежде уходившего в слив. Применявшаяся традиционная технология требовала останавливать производство через 30–45 рабочих дней на 7–8 суток для чистки шламоохранилища. Стоимость этой работы составляла 80 тыс. дол. Общий эффект от нововведения оценивается в 1 млн дол. США [5].

К нестандартным решениям проблемы энергосбережения относится установка на карьере, находящемся на юге страны, солнечных батарей, которые обеспечивают электроэнергией основных потребителей предприятия. Проект был осуществлен благодаря поддержке местных властей, учитывающих значимость использования альтернативных источников энергии.

Таким образом, можно констатировать, что владельцы предприятий стремятся находить неординарные решения, невзирая на катаклизмы, происходящие в экономике страны.

В американском обществе, как и во многих европейских странах, уделяется все больше внимания охране природной среды. И как следствие, нередко жители подвергают необоснованным нападкам горное производство. Ужесточается экологическое законодательство. Поэтому руководство горных предприятий стремится сформировать объективное представление о них и предпринимает для этого конкретные действия. Компании организуют экскурсии на карьеры и знакомят с производственными процессами, особенностями профессии. На некоторых предприятиях такие мероприятия проводятся регулярно.

Причем приглашают не только жителей, но и представителей прессы. Объективная информация, эффект присутствия позволяют снизить накал страстей. Работники предприятия предоставляют возможность участникам не только увидеть карьер со смотровой площадки, зрелище для крупных карьеров впечатляющее, но и посидеть в кабине экскаватора, прокатиться на бульдозере, одноковшовом погрузчике, мощном самосвале. Все гости получают разнообразные сувениры, обычно каким-то образом связанные с минералами и горным оборудованием.

Несмотря на сложности, вызванные с глобальным кризисом, или благодаря ему продолжается объединение компаний.

Недавно широко обсуждалась несостоявшаяся попытка недружественного объединения двух крупнейших компаний: «Валкэн материалз» и «Мартин Мариэтта», занимающих первую и вторую позиции в рейтинге компаний США, производящих щебень из скальных пород. Эти компании занимают ведущие позиции и в производстве HCM из песчано-гравийной массы. Находится в процессе завершения слияние компаний «Лафарж» и «Холсим». Объем продаж объединенной компании оценивается в 43 млрд дол. США. В публикациях отмечается, что уже возникают сложности, поскольку согласно антitrustовскому законодательству, принятому в США и в других странах, компаниям придется продать часть своих активов по производству HCM. Вероятными покупателями активов называются известные компании, занимающиеся тем же бизнесом.

Одной из особенностей функционирования предприятий отрасли является открытость планов (табл. 2). Причем тенденция роста цены на продукцию сохраняется в течение десятилетий даже в периоды спадов, происходивших в последние полвека.

Следует отметить некоторые тенденции, выявленные на одном из заседаний круглого стола, которые регулярно проводит редакция журнала «Пит энд Куорри» [6]. В нем приняли участие представители компаний, производящих HCM и выпускающих оборудование. Было отмечено, что некоторые горные компании пропустили цикл замены оборудования в 2006–2007 гг. (наступление финансово-экономического кризиса) и теперь должны упущенное в модернизации производства.

Также специалисты обратили внимание на тенденцию не приобретать новое оборудование в собственность, а брать его в аренду. Руководители компаний проявляют осторожность, не желая нести значительные расходы на приобретение, а аренда позволяет не только оптимизировать расходы, но и убедиться, насколько данный вид оборудования эффективен.

Список литературы / References

1. Yanik K. Industry offers support for transportation bill. *Pit & Quarry*. 2014. June, pp. 6.
2. Sorensen L. Behemoth - Vulcan Materials Co. upgrades the 25-year-old Bucyrus-Erie King Midas dragline. *Pit & Quarry*. 2014. July, pp. 34–41.
3. Буткевич Г.Р. Самоходные дробильно-грохотильные комплексы. Опыт и перспективы применения // *Строительные материалы*. 2012. № 1. С. 24–27.
3. Butkevich G.R. Self-propelled crushing-riddling complexes. experience and prospects of application. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 1, pp. 24–27. (In Russian).
4. *Pit & Quarry*. 2014. June, pp.13–16.
5. *Pit & Quarry Market Reference Guide*. 2014, pp. 2–6.
6. *Pit and Quarry*. 2013. Desember, p. 16.

**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

Реклама

**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

**ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ ДИНАМИЧЕСКИЕ**

**ПДУ-МГ4 "Удар"**  
и ПДУ-МГ4 "Импульс"

определение динамического модуля упругости грунтов и оснований дорог методом штампа,

диапазон: 5...370 МН/м<sup>2</sup> ("Удар")  
5...300 МН/м<sup>2</sup> ("Импульс")



**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



**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

**ПСО-10МГ4 КЛ**

испытание прочности сцепления в каменной кладке



предельное усилие отрыва 15 кН

**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/м<sup>2</sup>  
-40...+70 °С

**ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ**

**ВЛАГОМЕР-МГ4**

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



**ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА**

**ИПА-МГ4**

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



**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 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.

УДК 622:621.879

И.П. КУЗНЕЦОВ<sup>1</sup>, коммерческий директор; А.А. ДЕМИН<sup>2</sup>, д-р техн. наук;  
В.Г. КУЗНЕЦОВ<sup>1</sup>, президент; Е.В. КОЧЕТОВ<sup>2</sup>, канд. техн. наук

<sup>1</sup> ООО «Ас-Тик КП» (109004, г. Москва, Тетеринский пер., 16)

<sup>2</sup> Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26)

## Расширение технологических возможностей экскаваторной техники горных предприятий за счет применения новых видов рабочего оборудования

Представлены конструктивные схемы рабочего оборудования, расширяющие технологические возможности экскаваторной техники горных предприятий, в том числе при работе в условиях увлажненных липких забоях. Конструктивные усовершенствования можно реализовать как при создании новых машин в заводских условиях, так и при модернизации существующего парка экскаваторов в условиях горных предприятий.

**Ключевые слова:** конструктивные схемы, рабочее оборудование экскаваторной техники, устранение налипания грунтов, футеровка ППФП-Астики.

I.P. KUZNETSOV<sup>1</sup>, Commercial Director; A.A. DEMIN<sup>2</sup>, Doctor of Sciences (Engineering);

V.G. KUZNETSOV<sup>1</sup>, President; E.V. KOCHETOV<sup>2</sup>, Candidate of Sciences (Engineering)

<sup>1</sup> «As-Tik KP» ООО (16, Teterinskiy Lane, Moscow, 109004, Russian Federation)

<sup>2</sup> The Moscow State University of Civil Engineering (26 Yaroslavskoye Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

### Enhancement of Technological Capabilities of Excavating Equipment of Mining Enterprises Due to the Use of New Types of Working Equipment

Design concepts of the working equipment enhancing technological capabilities of excavating machinery of mining enterprises including those operating under conditions of moist sticky faces are presented. Design enhancements can be realized both in the course of development of new machines under the factory conditions and in case of modernization of the existing park of excavators under mining enterprises conditions.

**Keywords:** design concepts, working equipment of excavating machinery, eliminating the soil sticking, lining PPFП-Astiki.

В связи с принятой в РФ на ближайшие годы программой проведения широкой модернизации оборудования в целях повышения эффективности его применения, в том числе и в горно-добывающей промышленности, представляются актуальными разработки отраслевой научно-исследовательской лаборатории мощных экскаваторов МИСИ—МГСУ (являющейся головной организацией в части экскаваторной техники бывшего Минтяжмаша СССР), направленные на расширение технологических возможностей экскаваторной техники в конкретных эксплуатационных схемах ведения горных работ по бестранспортной технологии.

Далее представлены разработки, защищенные патентами РФ и авторскими свидетельствами СССР на изобретения и прошедшие опытно-промышленные испытания и внедрение на действующих предприятиях основных горно-добывающих отраслей народного хозяйства России и государств СНГ.

**Ковш «ФАРАОН»** (емкость 6, 10, 11, 13, 15, 20 м<sup>3</sup>) для экскаваторов-драглайнов (Патент РФ № 2026931 Ковш экскаватора-драглайна)

Ковш «ФАРАОН» (рис. 1) предназначен для разработки грунтов I—IV категорий шагающими экскаваторами-драглайнами. Выполняются с унифицированными режущими козырьками и обеспечивают эффективное врезание в грунт на начальной стадии копания.

Оригинальный профиль поперечного сечения ковша с увеличенным моментом сопротивления и форма корпуса позволяют снизить нагрузки от подъемных усилий и изгибающие нагрузки от распорных усилий со стороны поступающего грунта, т. е. уменьшить деформативность и изгибающие напряжения корпуса при эксплуатационных нагрузках, что повышает долговечность ковша.

Обеспечиваемая большая жесткость и прочность ковша «ФАРАОН» позволяет снизить его вес, увеличить гео-

метрическую емкость, уменьшить металлоемкость конструкции и упростить технологию изготовления.

Формы режущего периметра и корпуса ковша, учитывая коэффициент расширения грунта, позволяют увеличить грунтовой поток в ковш, уменьшить сопротивление резанию и соответственно тяговое усилие в канатах при копании.

Ковши (емкостью 10 м<sup>3</sup>) прошли опытно-промышленные испытания на разрезе Грызловский (ОАО «Тулауголь») и на прииске АК «Алданзолото» (емкостью 6 м<sup>3</sup>) при разработке грунтов до IV категории включительно.

Эффективность подтверждена экономией электроэнергии 0,7–1,1 кВт·ч за рабочий цикл; 1,5-кратным снижением усилия копания, необходимого для заполнения ковша грунтом; уменьшением налипания при разработке мерзлых, влажных грунтов. При необходимости внутренняя полость ковша легко футеруется противона-

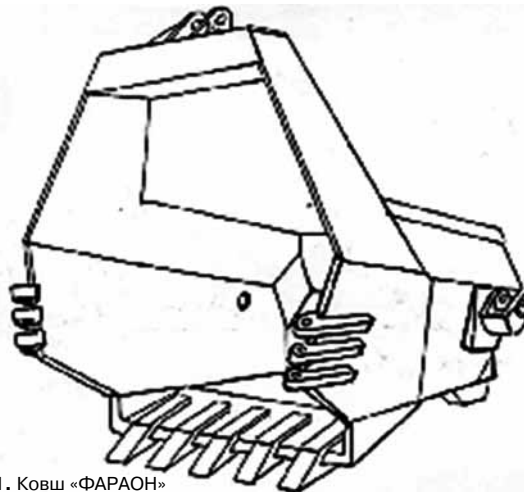


Рис. 1. Ковш «ФАРАОН»

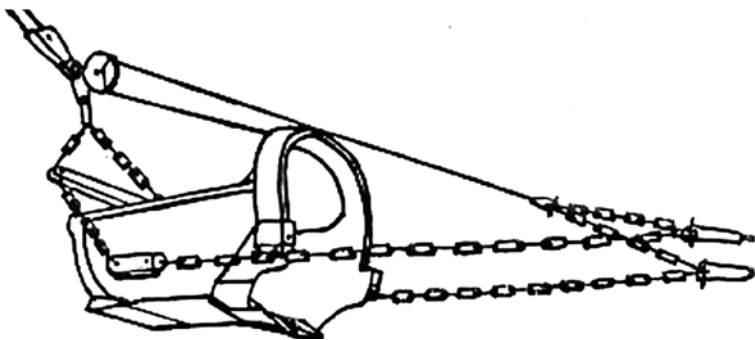


Рис. 2. Ковш «ДИКС»

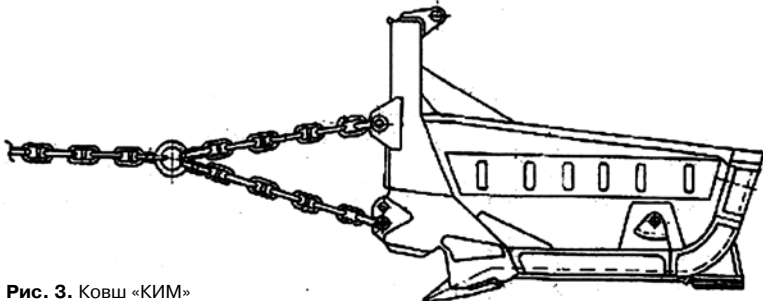


Рис. 3. Ковш «КИМ»

липкими полимерными футеровочными пластинами — Астики (ППФП-Астики). Время рабочего цикла снизилось на 10–12%; уменьшилось время разгрузки ковша, что улучшило самоочистку от налипающего грунта; повысилась долговечность канатов (в 1,3–1,5 раза), электрооборудования, металлоконструкций (на 30–40%), экономия электроэнергии составила 185 тыс. кВт·ч/год для экскаватора-драглайна ЭШ 10/70А.

**Ковш «ДИКС»** (вместимость 10, 11, 13, 15, 20, 25, 40 м<sup>3</sup>) для экскаваторов-драглайнов (Патент РФ № 1760026 Ковш экскаватора-драглайна)

Ковш «ДИКС» (рис. 2) позволяет повысить эффективность работы драглайнов: расширить технологические возможности и увеличить производительность машины при выполнении вскрышных и добычных работ в разнообразных условиях эксплуатации.

На боковых стенках ковша имеются продольные тяги с возможностью ограниченных вертикальных угловых перемещений их в передней части, что приводит к изменению кинематики процесса черпания грунта, поскольку заставляет ковш работать в условиях одноточечной схемы опирания ковша о грунт. При этом увеличивается вертикальная нагрузка режущей кромки на грунт, что способствует увеличению высоты стружки и интенсификации заполнения ковша грунтом при его движении по забою. Улучшение транспортных возможностей ковша достигается за счет автоматического изменения положения его корпуса относительно тяг при транспортировании и разгрузке.

Ковш «ДИКС» позволяет эффективно разрабатывать горные породы I–IV категорий как нижним, так и верхним черпанием и увеличить глубину разработки забоя на 10–15%, радиус отрыва груженого ковша от забоя, сократить потери грунта при транспортировании, уменьшить высоту подъема ковша над отвалом на выгрузку, увеличить радиус выгрузки ковша, повысить коэффициент наполнения ковша.

Технические преимущества ковша «ДИКС» состоят в том, что реализуется большее давление ковша на грунт, а время и путь копания сокращаются в 1,5–2 раза; сокращаются время и путь транспортирования за счет увеличения радиуса отрыва груженого ковша в забое и уменьшения высоты подъема на выгрузку; увеличиваются скорость и угол опрокидывания ковша, что приводит к сокращению времени разгрузки и снижению залипания полости ковша при разработке влажных, липких грунтов;

повышаются надежность и долговечность корпуса ковша за счет работы его металлоконструкций в режиме сжатия; снижается энергоемкость копания, например для экскаватора ЭШ 10/70А — на 0,5–0,7 кВт·ч за один цикл работы.

**Ковш «КИМ»** (вместимость 6, 10, 11, 13, 15, 20, 25, 40 м<sup>3</sup>) для экскаваторов-драглайнов (Патент РФ № 2015254 Рабочее оборудование экскаватора-драглайна)

Ковш КИМ (рис. 3) — это новая модификация ковша драглайна с упряжкой, разработанная в целях реализации одноточечной схемы опирания ковша на грунт при копании без регулирования подъемным усилием угла «атаки» ковша, что позволяет увеличить усилие резания грунтов, интенсифицировать внедрение в грунт и заполнение ковша, сократить время копания, транспортирования на выгрузку (при сокращении пути копания), повысить производительность и сэкономить электроэнергию.

Конструкция ковша имеет повышенный (в 1,5 раза) ресурс за счет изменения схемы нагружения корпуса рассредоточения тягового усилия по высоте боковых стенок; повышенные прочность и износостойкость за счет уменьшения влияния геометрических концентраторов напряжений на надежность ковша путем конструктивного усовершенствования узлов крепления арки, козырька, тяговых элементов к корпусу, а также защиту мест корпуса ковша, наиболее подверженных износу при эксплуатации.

Долговечность разгрузочного каната повышается за счет уменьшения трения об арку в результате стабилизирующего воздействия тягового треугольника на транспортное положение ковша при отрыве, переносе его на выгрузку и обратно в забой.

На задней стенке ковша установлен отвал бульдозерного типа для сбрасывания навалов грунта в забой, что позволяет уменьшить число передвижек экскаватора, а также для выполнения планировочных работ. Внутренняя емкость ковша и отвал бульдозерного типа могут футероваться износостойкими пластинами ППФП-Астики.

**Навесной рыхлитель на ковш** (вместимость 10, 11, 13, 15, 20, 25, 40 м<sup>3</sup>) для экскаваторов-драглайнов (Патент РФ № 1795998 Рабочее оборудование экскаватора-драглайна)

Навесной рыхлитель на ковш (рис. 4) экскаватора-драглайна предназначен для подготовки мерзлых, плотных горных пород, твердых межпластовых прослоек, в том числе с залеганием со значительным углом наклона, к экскава-

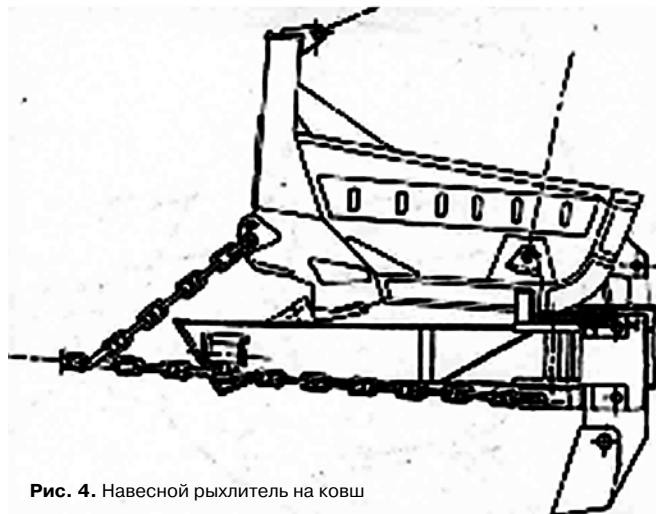
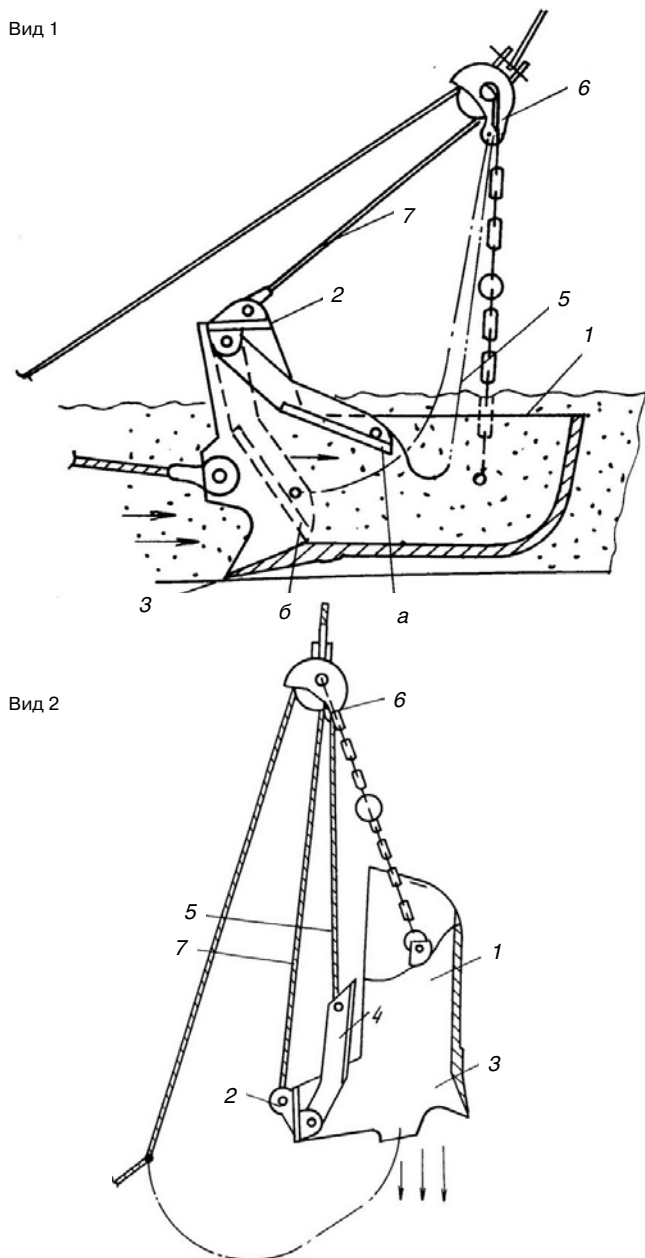


Рис. 4. Навесной рыхлитель на ковш



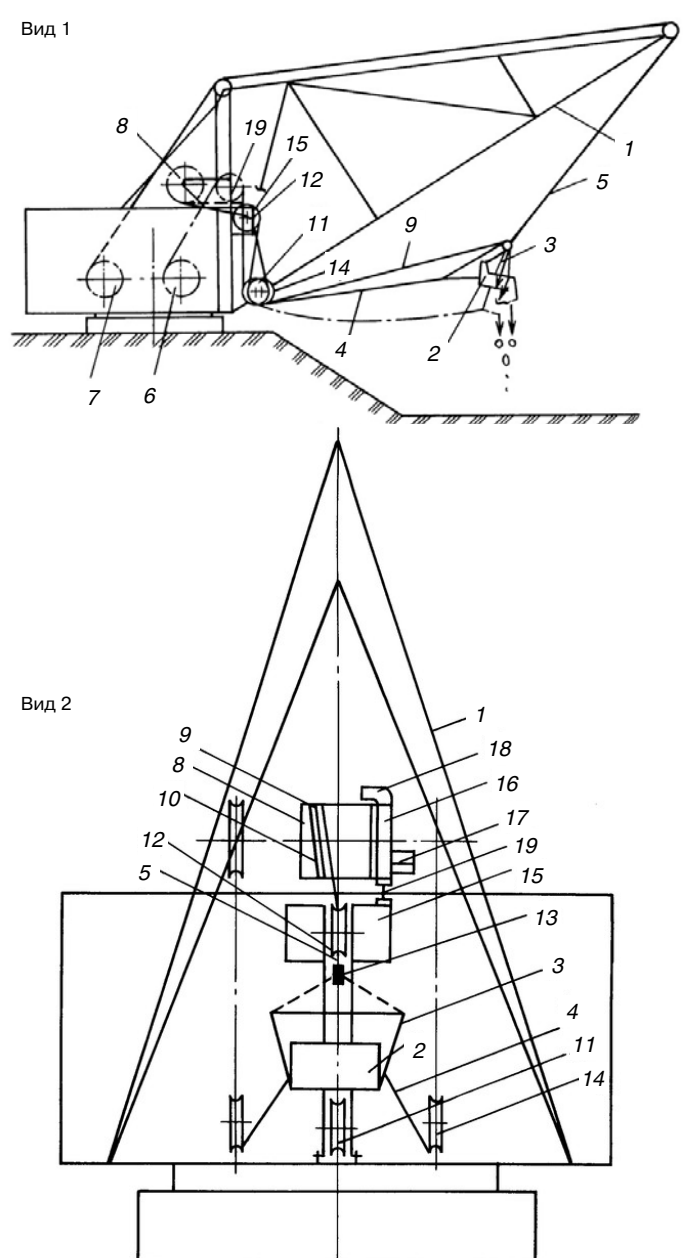
**Рис. 5.** Ковш «КАДУК»: 1 – ковш; 2 – арка; 3 – режущая кромка; 4 – заслонка-клапан; 5 – гибкая тяга; 6 – обойма разгрузочного блока; 7 – разгрузочный канат; а – открытая заслонка; б – закрытая заслонка

ции в отвал без применения рыхлителей на базе тракторов и буровзрывных работ (БВР), особенно при работе экскаваторов вблизи важных народнохозяйственных объектов. Он является сменным рабочим оборудованием драглайнов и навешивается по мере необходимости проведения работ.

Навесные рыхлители могут применяться на всех типах экскаваторов-драглайнов. Время монтажа или демонтажа навесного рыхлителя на ковш составляет 20–30 мин. Разрушение грунта (рыхление) происходит при движении ковша с навесным рыхлителем к экскаватору. Усилия механизмов тяги драглайнов при этом значительно превосходят усилия мощных бульдозеров, оборудованных рыхлителями.

После подготовки грунта забоя к разработке, рыхлитель отсоединяется от ковша, которым осуществляется последующая экскавация грунта в отвал.

Использование навесного рыхлителя улучшает условия работы, расширяет технологические возможности драглайнов, увеличивает долговечность рабочего оборудования, сокращает парк бульдозеров с рыхлителями, расходы на БВР.



**Рис. 6.** Устройство прицельной выгрузки ковша экскаватора-драглайна: 1 – стрела; 2 – ковш; 3 – подвеска; 4, 5 – канаты; 6 – тяговая лебедка; 7 – подъемная лебедка; 8 – фиксирующая лебедка; 9 – фиксирующий канат; 10 – барабан фиксирующей лебедки; 11, 12 – фиксирующие блоки; 13 – разгрузочный блок; 14 – тяговые направляющие блоки; 15 – ограничительное приспособление; 16 – привод; 17 – двигатель; 18 – храповой механизм; 19 – соединительный стопорный элемент

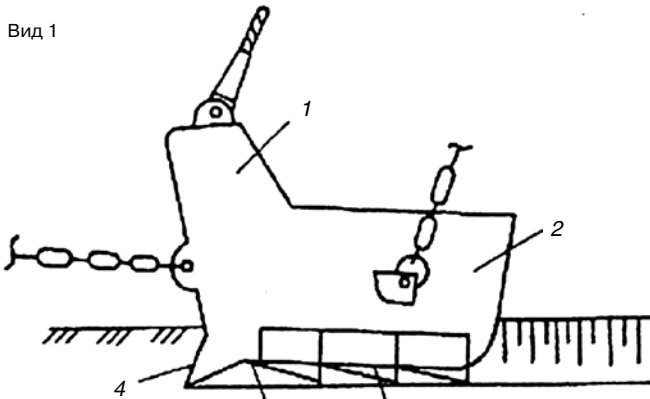
**Ковш «КАДУК»**

(емкость 6, 10, 11, 13, 15, 20, 25, 40 м<sup>3</sup>) для выемки обводненных полезных ископаемых экскаваторами-драглайнами (Патент РФ №2015255 Рабочий орган экскаватора-драглайна)

Ковш драглайна с клапаном в передней части (рис. 5) предназначен для разработки шагающими экскаваторами забоев, заливаемых дождевыми, грунтовыми водами с образованием пульпы, а также для обеспечения выемки полезных ископаемых из-под воды. Кроме того, ковш может быть применен при разработке сыпучих, скользких материалов.

Клапан (заслонка) с управляющей гибкой связью легко монтируется и демонтируется на ковше драглайна любой емкости. Работа клапана при заполнении ковша, транспортировании его с обводненным материалом и выгрузке происходит в автоматическом режиме

Вид 1



Вид 2

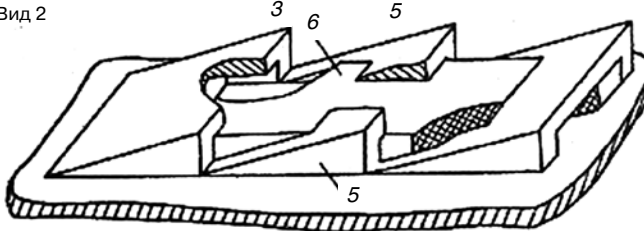


Рис. 7. Ковш «РЕДАН»: 1 – корпус; 2 – боковые стенки; 3 – днище; 4 – режущий козырек; 5 – клиновидные накладки; 6 – защитные элементы

при обычной работе машиниста экскаватора. При разработке материалов из-под воды клапан или корпус ковша перфорируется отверстиями для ее слива.

Ковш «Кадук» наиболее эффективен при применении его на экскаваторах-драглайнах, оборудованных системой фиксации и прицельной выгрузки ковша в определенной точке рабочего поля, в которой может размещаться, например, приемный бункер или транспортное средство. Для данной технологической схемы разработки увлажненных сырьевых материалов высокой влажности необходима футеровка всех включенных в процесс узлов средством борьбы с налипанием – ППФП-Астику.

**Устройство прицельной выгрузки ковша экскаватора-драглайна (Патент РФ № 2078876 Рабочее оборудование экскаватора-драглайна)**

Устройство прицельной выгрузки ковша (рис. 6) для шагающего экскаватора-драглайна («Лифт») предназначено для фиксации ковша и точечной выгрузки грунта из него в определенной точке рабочего поля и обеспечения ведения вскрышных и добычных работ экскаватором по транспортной схеме.

Устройство прицельной выгрузки ковша позволяет использовать любой тип длиннострелого экскаватора-драглайна в качестве универсальной машины по производству вскрышных и добычных работ, в том числе на обводненных месторождениях полезных ископаемых, со специальными видами рабочего оборудования (рис. 1–5).

**Ковш «РЕДАН» (емкость 6, ..., 100 м<sup>3</sup>)**

для разработки забоев с липкими грунтами экскаваторами-драглайнами (Авторское свидетельство СССР № 1537766)

Ковш (рис. 7, а) разработан для повышения долговечности узлов экскаватора путем снижения нагрузок при от-

**Список литературы**

1. Кузнецов В.Г., Новикова Т.Н., Кузнецов И.П., Кочетов Е.В., Демин А.А. Полимерные противоналипающие футеровочные пластины-Астики – эффективное решение проблемы устранения налипания увлажненных материалов на рабочие поверхности оборудования. М.: ООО «Надежда на Ярцевской», 2013. 79 с.

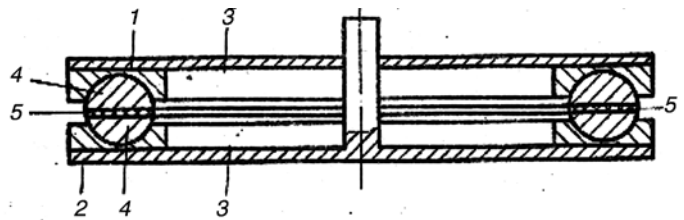


Рис. 8. Опорно-поворотный круг: 1, 2 – верхний и нижний рельсовые круги; 3 – опорные поверхности; 4 – опорные элементы в виде вкладышей; 5 – полимерные покрытия или прокладки

рыве груженого ковша от грунта повышенной влажности. Ковш содержит корпус 1, боковые стенки 2, днище 3 с режущим козырьком 4. С внешней стороны днища 3 и на нижних частях стенок 2 расположены клиновидные накладки 5, расположенные с наклоном в сторону режущего козырька 4. Защитные элементы изготовлены из износостойких ППФП-Астику и расположены вдоль корпуса 1 или в пазах накладок 5. Наличие накладок 5 уменьшает площадь контакта ковша с поверхностью липкого забоя и в сочетании с защитными элементами из ППФП-Астику способствует уменьшению усилия отрыва ковша от забоя. Это снижает динамические нагрузки на узлы экскаватора.

При разработке особо пластичных липких грунтов для предупреждения налипания грунта между накладками 5 (рис. 7, б) защитные элементы 6 устанавливаются в специально сделанных для них пазах. Кроме того, коэффициент трения грунта по защитному элементу намного меньше, чем коэффициент трения грунта по грунту и стали. Поэтому грунт, попадающий между накладками 5, к поверхности защитных элементов 6 из ППФП-Астику не прилипает, а при протаскивании ковша самоудаляется из пространств между накладками 5. При этом копание и отрыв ковша происходят с минимальной площадью контакта днища и нижних боковых стенок корпуса ковша с липким грунтом, что снижает силу прилипания корпуса ковша к грунту.

**Опорно-поворотный круг для землеройных и грузоподъемных машин (А.с. СССР №1404600)**

Изобретение предназначено для упрощения конструкции опорно-поворотного круга (рис. 8). Опорно-поворотный круг включает верхний и нижний рельсовые круги 1, 2 с опорными поверхностями 3, имеющими ячейки, в которых расположены опорные элементы в виде вкладышей 4. В поперечном сечении ячейки и вкладыши размещены с возможностью взаимодействия плоскими поверхностями, которые могут иметь полимерные покрытия или прокладки 5, изготовленные из специально подобранных ППФП-Астику.

Для повышения эффективности работы представленных конструктивных схем ковшей экскаваторов-драглайнов на увлажненных липких забоях их рабочие поверхности снабжаются полимерными противоналипающими футеровочными пластинами-Астики (ППФП-Астику) [1].

Следует отметить, что представленные схемы рабочего оборудования можно реализовать не только при создании новых образцов техники в заводских условиях, но и при модернизации существующего парка экскаваторов в условиях действующих горных предприятий.

**References**

1. Kuznetsov V.G., Novikova T.N., Kuznetsov I.P., Kochetov E.V., Demin A.A. Polimernye protivonalipayushchie futerovochnye plastiny-Astiki – effektivnoe reshenie problemy ustraneniya nalipaniya uvlazhnyennykh materialov na rabochie poverkhnosti oborudovaniya [Polymer anti-adhering lining plates -Astiki - effective solution to eliminate sticking moist material into the working surface of the equipment]. Moscow: «Nadezhda na Yartsevskoi». 2013. 79 p.

Реклама



ООО «Ас-Тик КП»



ООО «Ас-Тик КП» — «ЛИДЕР ОТРАСЛИ 2014 г.»

Национальный сертификат Л10.9N20/14209 за высокий вклад в развитие российской экономики, добросовестную уплату налогов, достижение высоких экономических показателей в отраслевом рейтинге по ОКВЭД 25.24.9 «Предоставление услуг в области производства пластмассовых деталей».



ПОСТАВКА ПОЛИМЕРНЫХ ПРОТИВОНАЛИПАЮЩИХ ФУТЕРОВОЧНЫХ ПЛАСТИН – ППФП-АСТИКИ ДЛЯ ЭКСКАВАТОРНОГО, ТРАНСПОРТНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



### Проблема налипания материала на рабочие поверхности оборудования решена!

Противоналипающие полимерные футеровочные пластины ППФП-Астики – эффективное средство борьбы с налипанием различных материалов на рабочие поверхности экскаваторного, транспортного и технологического оборудования.



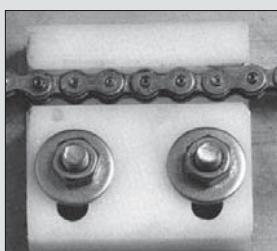
#### ППФП-Астики обладают:

- ◆ низким коэффициентом трения;
- ◆ высокой гидрофобностью, износостойкостью, ударпрочностью, химической стойкостью;
- ◆ широким температурным диапазоном эксплуатации.



ППФП-Астики выпускаются по ТУ-2246-001-22711279–2008 различных размеров, технологичны, надежны в эксплуатации.

Эффективность ППФП-Астики подтверждается долговременной успешной эксплуатацией в качестве облицовки рабочих поверхностей различного технологического оборудования.



ООО «Ас-Тик КП» осуществляет на договорных условиях выпуск и поставки ППФП-Астики различной износостойкости и долговечности, оказывает необходимые консультации, связанные с выбором ППФП-Астики для конкретных условий эксплуатации экскаваторного, транспортного и технологического оборудования и их эффективным внедрением в производство, а также, совместно с заводами металлоконструкций производит в заводских условиях выпуск новых бункеров, оборудованных ППФП-Астикой.

ООО «Ас-Тик КП» (г. Москва) имеет дилера в лице ООО «Арсланов» по реализации продукции на территории Российской Федерации и государств СНГ.

ООО «Ас-Тик КП»

Тел./Факс (495)718-48-12 E-mail: astik\_kp@mail.ru; valeriy.kuznetsov.1950@gmail.com

Д.В. ОРЕШКИН, д-р техн. наук, В.С. СЕМЕНОВ, канд. техн. наук, П.В. КАПЦОВ, инженер  
Московский государственный строительный университет (129337, Москва, Ярославское ш., 26)

## Свойства изделий из облегченных экструдированных мелкозернистых бетонных смесей при деформировании и разрушении

Статья посвящена исследованию свойств изделий из экструдированного мелкозернистого цементного бетона с полыми стеклянными микросферами (ПСМС). В ряде работ показана эффективность использования полых микросфер в качестве наполнителя для легких бетонов. Для улучшения свойств таких бетонов авторами статьи предложено использовать технологию экструдирования. Исследования проводились по стандартным методикам. Приведены составы легких мелкозернистых экструдированных бетонов, их основные свойства и деформационные характеристики легкого мелкозернистого бетона с ПСМС – удельные значения энергии деформации и разрушения бетона, модуль упругости. Установлено, что экструдирование снижает водопотребность бетонной смеси с микросферами, способствует уплотнению структуры бетона; прочность и трещиностойкость бетона существенно возрастает. Приведены результаты рентгенофазового анализа легкого экструдированного мелкозернистого бетона. Показано, что после экструдирования увеличивается закристаллизованность структуры цементного камня, повышается степень гидратации. Разработана технология получения легкого экструдированного цементного мелкозернистого бетона с ПСМС.

**Ключевые слова:** полые микросферы, мелкозернистый бетон, легкий бетон, экструдирование, трещиностойкость.

D.V. ORESHKIN, Doctor of Science (Engineering), V.S. SEMENOV, Candidate of Science (Engineering), P.V. KAPTSOV, Engineer  
Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl'skoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation)

### Product Properties of Lightweight Extruded Fine-grained Concrete Mixes Under deformation and Destruction

Product properties of extruded fine cement concrete with hollow glass microspheres (HGMS) are presented. Effectiveness of the use of hollow microspheres as a filler for lightweight concrete are shown. To improve the properties of such concrete the authors proposed to use extrusion technology. The studies were conducted according to standard test methods. The compositions of fine-grained light extruded concrete and their basic properties are presented. Deformation characteristics of fine-grained light extruded concrete with HGMS – specific energy values deformations and destruction of concrete, elastic modulus are given. It has been established that the extruding reduces the water requirement of the concrete mixture with the microspheres, promotes the compacting of the concrete structure, the concrete strength and fracture toughness increases significantly. The results of X-ray diffraction of light extruded fine concrete are given. It is shown that after extrusion crystallization of cement stone structure increases, the degree of hydration increases as well. Technology for producing lightweight extruded fine-grained cement concrete with HGMS are developed.

**Keywords:** hollow microspheres, fine-grained concrete, lightweight concrete, extrusion, fracture toughness.

Для проживания и плодотворной работы в помещениях людям, как известно, необходимы комфортные температурно-влажностные условия. Во многом эти условия определяются теплотехнической однородностью ограждающих конструкций. Конструкция однослойной стены, например малоэтажного дома, состоит из кирпича или стеновых блоков, затвердевшего кладочного раствора, перемычек и др. Проблема получения элементов такой конструкции с приблизительно равными термическими сопротивлениями является актуальной.

Для обеспечения теплотехнической однородности стен из мелкоштучных элементов средние плотности материала стены и кладочного раствора должны быть примерно одинаковыми. Поэтому для стеновых материалов, имеющих среднюю плотность 500–600 кг/м<sup>3</sup>, нерационально использовать кладочный раствор со средней плотностью 1500–1800 кг/м<sup>3</sup>. Исследованиями облегченных кладочных растворов («теплых» растворов) посвящено много работ. Известны кладочные растворы с такими облегчающими наполнителями, как вспученный перлитовый и вермикулитовый пески, гранулированное пеностекло, гранулированный пенополистирол. Марочная прочность таких растворов обычно не превышает 5 МПа, средняя плотность не менее 700 кг/м<sup>3</sup> [1]. В работах [2–5] исследованы приготовленные по обычной технологии и экструдированные облегченные кладочные растворы с полыми стеклянными микросферами (ПСМС). Авторами работ [4–5] было установлено, что после прохождения экструдера водопотребность раствора уменьшается на 10–15% по срав-

нению с неэкструдированными растворами (при сохранении одинаковой подвижности), а прочность раствора существенно возрастает.

Для оценки однородности экструдированного кладочного раствора с ПСМС был использован метод определения водоотделения для тампонажных растворов (ГОСТ 26798.1–96 «Цементы тампонажные. Методы испытаний»), поскольку стандартная методика определения распадаемости растворов смесей (ГОСТ 5802–86 «Растворы строительные. Методы испытаний») в данном случае неприменима ввиду высокой дисперсности наполнителя. Водоотделение определялось на оптимизированных составах обычного и экструдированного растворов [4–5]. Расход ПСМС составил 10, 30 и 50 % от массы портландцемента, расход суперпластификатора – 0,75% от массы портландцемента. Водоцементное отношение исследуемых растворов указано в табл. 1. Цементный раствор помещали для отстаивания в двухмерных цилиндрах высотой 200 мм и диаметром 50 мм до указателя объемов 250 см<sup>3</sup>. По истечении двух часов воду, появившуюся на поверхности кладочного раствора, отбирали и измеряли ее объем в каждом цилиндре. Окончательное значение получалось путем усреднения двух значений. Результаты представлены в табл. 1.

Как следует из табл. 1, у обычных растворов происходит небольшое расслоение при расходе 30 % ПСМС. При расходе ПСМС 50 % от массы цемента водоотделение составило 2 %. У экструдированных растворов водоотделения не было. Таким образом, кладочные растворы с полыми стеклянными микросферами и суперпластификатором после экструдирования имеют



Таблица 1

## Водоотделение и оценка однородности кладочных растворов с ПСМС

Расход ПСМС, % от массы цемента	Экструдированные растворы					Обычные растворы				
	В/Ц	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>			Водоотде- ление, %	В/Ц	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>			Водоотде- ление, %
		раствора	по слоям камня				раствора	по слоям камня		
10	0,38	1452	верх	1451	–	0,43	1320	верх	1319	–
			центр	1451,2				центр	1320	
			низ	1452				низ	1321	
30	0,62	776	верх	776,5	–	0,72	850	верх	848	0,2
			центр	776				центр	850	
			низ	777				низ	853	
50	1,18	652	верх	651	–	1,36	700	верх	680	2
			центр	652				центр	695	
			низ	654				низ	718	

Таблица 2

## Свойства легкого экструдированного мелкозернистого бетона с ПСМС

Состав, мас. %				Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа, в возрасте 28 сут.		Коэффициент теплопровод- ности в сухом виде, Вт/(м·°С)	Коэффициент паропроница- ния, мг/(м·ч·Па)	Морозо- стойкость, циклы
ПЦ	ПСМС	В	СП		изгиб	сжатие			
100	10	27	0,75	1120	9,4	26,7	0,21	0,0059	75
100	30	45	0,75	560	5,2	12,1	0,161	0,026	50
100	50	90	0,75	394	2,6	6,4	0,083	0,047	35

Примечания: ПЦ – портландцемент; ПСМС – полые стеклянные микросферы; В – вода, СП – суперпластификатор С-3.

однородную структуру.

По результатам исследования экструдированных кладочных растворов с ПСМС было предположено, что использование экструдированных бетонных смесей с ПСМС позволит получить материал с высокой однородностью, низкой средней плотностью, высокой прочностью и подобным стеновому материалу коэффициентом теплопроводности. В работах [6–9] показана эффективность применения полых микросфер для получения легких бетонов. Более того, в работах [9–11] авторы установили, что микросферы в цементной матрице формируют ячеистую структуру и окаймляют поры, упрочняют их стенки, а также улучшают свойства материала. При производстве облегченных изделий из таких смесей с осадкой конуса 0–4 см существует возможность увеличения прочности бетона и несущей способности изделий за счет применения технологии экструдирования.

Целью исследований являлось изучение структуры и свойств легких экструдированных бетонов с полыми стеклянными микросферами, а также трещиностойко-

сти таких бетонов при равновесных испытаниях при трехточечном изгибе.

В работе использовались: портландцемент ПЦ500 Д0 Староскольского цементного завода с содержанием  $C_3A$  3,8 %, микросферы 3М™ Glass Bubbles типа K25 (Бельгия). ПСМС (рис. 1) имеют коэффициент теплопроводности до 0,06 Вт/(м·°С) при 20°С, температуру размягчения – 650°С.

Бетонная смесь с ПСМС имела осадку конуса 2–4 см, приготавливалась в смесителе, затем проходила через лабораторный одношнековый экструдер, уплотнялась в течение трех минут на виброплощадке. Свойства легкого экструдированного мелкозернистого бетона с ПСМС приведены в табл. 2.

Авторами работ [4, 5, 12] было установлено, что при экструдировании происходит очищение поверхности частиц цемента и наполнителя, улучшается смачивание, снижается количество воды затворения, повышается реакционная способность поверхности твердых частиц. Подвижность смеси увеличивается также за счет улуч-

шения скольжения при удалении газовой фазы [12]. Все это способствует уплотнению структуры бетона (рис. 2), уменьшаются показатели паропроницаемости и коэффициента теплопроводности (табл. 2).

Трещиностойкость разработанных бетонов оценивалась в условиях равновесных испытаний при трехточечном изгибе. Для равновесных испытаний с получением полностью равновесных диаграмм деформирования (ПРДД) были изготовлены образцы-призмы с размерами 10×10×40 см. Испытания проводились по ГОСТ 29167–91

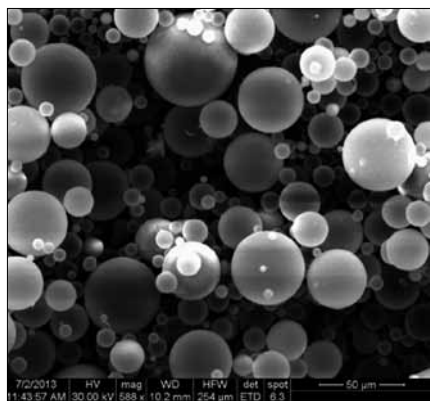


Рис. 1. Микрофотография полых стеклянных микросфер

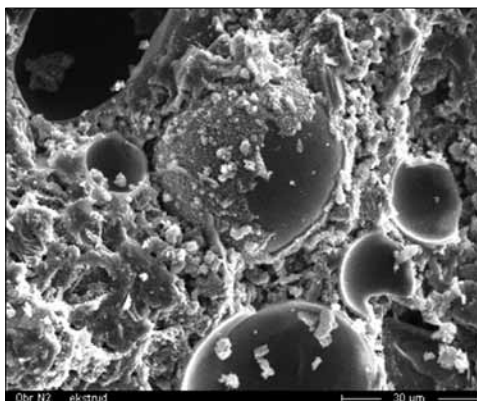


Рис. 2. Микроструктура экструдированного мелкозернистого бетона с 10 % ПСМС



Рис. 3. Установка для получения полностью равновесных диаграмм деформирования и разрушения – ПРДД

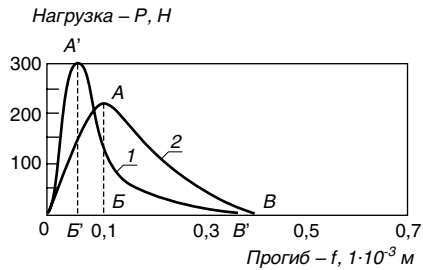


Рис. 4. ПРДД легкого мелкозернистого бетона с 10 % ПСМС: 1 – из экструдированной смеси; 2 – из обычной смеси

«Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении».

Установка для испытаний имела упругое стальное кольцо, которое создавало равновесные условия деформирования и разрушения (рис. 3). Использовались методы механики разрушения [13–15]. Результаты испытаний и обработки данных представлены на рис. 4 и в табл. 3.

Можно выделить, по мнению авторов [14], три основных энергетических показателя на ПРДД. Первый показатель оценивает трещиностойкость ма-

териала до старта магистральной трещины (характеризуется участком подъема кривой до максимума). Второй показатель оценивает сопротивление росту магистральной трещины (после старта трещины) – кривая уходит вниз.

Третий показатель – полное разрушение материала (определяется всей площадью диаграммы). Эти три показателя, отнесенные к площади поперечного сечения образца, образуют удельные значения энергии деформаций и разрушения бетона –  $G_i, G_1, G_c$ .

Анализ результатов табл. 3 и рис. 4 свидетельствует о существенном повышении трещиностойкости изделий из экструдированных бетонных смесей по сравнению с неэкструдированными.

Был проведен рентгенофазовый анализ разработанного легкого экструдированного и не подвергнутого экструдированию мелкозернистого бетона (рис. 5) в возрасте 28 сут.

При формировании камня после экструдирования увеличивается закристаллизованность структуры. Были проанализированы интенсивности пиков алита  $3CaO \cdot SiO_2$ , портландита  $Ca(OH)_2$ , кальцита  $CaCO_3$ , гидросиликатов кальция  $3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O$ . Результаты рентгенофазового анализа даны в табл. 4.

В результате рентгенофазового анализа установлено, что степени гидратации и кристаллизации увеличиваются у экструдированных бетонов по сравнению с обычными. Интенсивность пиков алита снижается для

Деформационные характеристики легкого мелкозернистого бетона с ПСМС

Таблица 3

Состав, мас. %				Удельные энергозатраты, Дж/м <sup>2</sup> , на:		Прогиб, 10 <sup>-3</sup> м:		Модуль упругости, МПа**
ПЦ	ПСМС	В	СП	инициирование трещины, $G_i$	разрушение, $G_c$	до старта трещины	при фрагментации	
Бетон, полученный из обычной смеси								
100	10	31	0,75	36	96	0,111	0,41	7690
100	30	53	0,75	22	76	0,21	0,824	5233
100	50	102	0,75	16	50	0,31	1,19	3630
Бетон, полученный из экструдированной смеси								
100	10	27	0,75	47	116,3	0,06	0,36	12132
100	30	45	0,75	29,4	88	0,08	0,471	8250
100	50	90	0,75	21	58,2	0,121	0,672	5942

Примечания: \* – фрагментация на две части при полном разрушении образцов; \*\* – статический расчетный модуль упругости по ГОСТ 29167–91.

Интенсивность пиков, степень гидратации, кристаллизации структуры

Таблица 4

Расход ПСМС, % от массы цемента	Новообразования	Интенсивность пиков, имп./с		Степень кристаллизации, %		Степень гидратации, %	
		обычный	экструд.	обычный	экструд.	обычный	экструд.
10	$3CaO \cdot SiO_2$ (алит)	69	56	35	55	58	74
	$Ca(OH)_2$ (портландит)	630	560				
	$3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O$ – гидросиликат кальция	175	200				
	$CaCO_3$ – кальцит	215	225				
30	$3CaO \cdot SiO_2$ (алит)	55	41	29	47	45	63
	$Ca(OH)_2$ (портландит)	480	410				
	$3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O$ – гидросиликат кальция	158	208				
	$CaCO_3$ – кальцит	258	270				

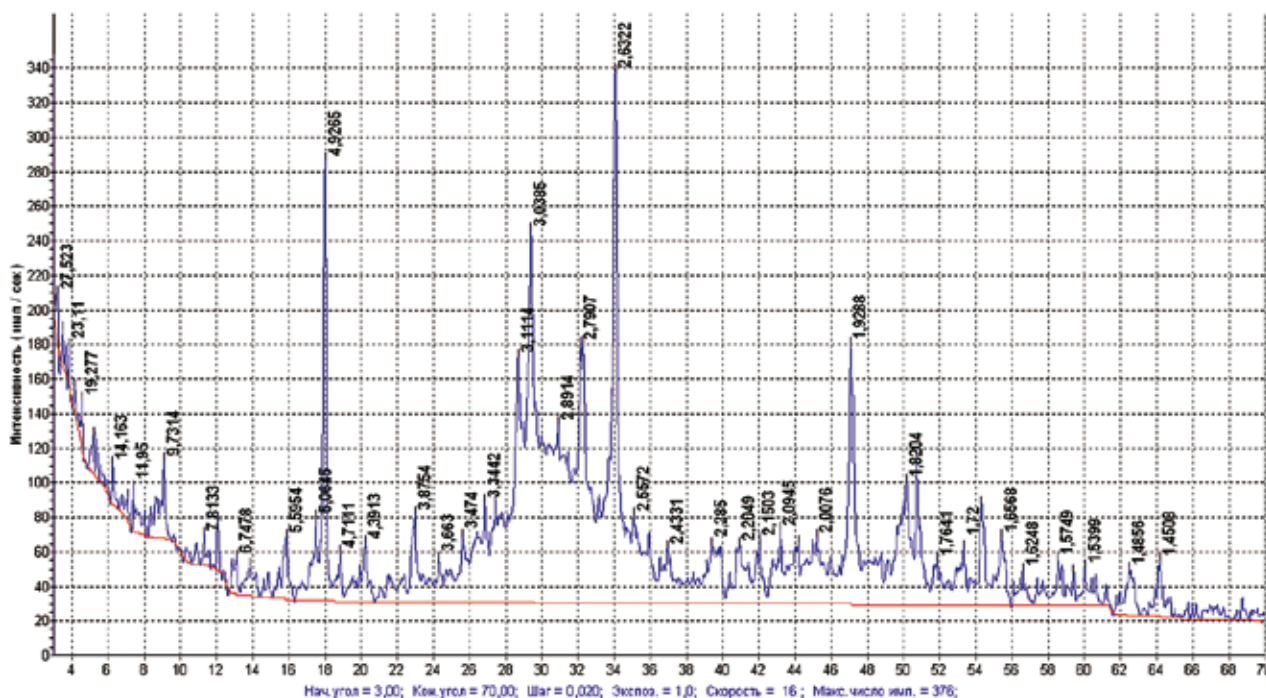


Рис. 5. Рентгенограмма экструдированного мелкозернистого бетона с 10 % ПСМС

всех составов с микросферами. Происходит известная реакция гидратации алита с образованием низкоосновного гидросиликата кальция  $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  и трех молекул портландита  $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Низкоосновными, как известно, считаются гидросиликаты, которые имеют значение отношения оксидов кальция  $\text{CaO}$  к оксидам кремния  $\text{SiO}_2$  0,8–1,33.

В материале с ПСМС количество пиков карбоната кальция немного увеличивается за счет незначительного разрушения микросфер под давлением (табл. 4) – происходит реакция карбонизации портландита  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с образованием водонерастворимого карбоната кальция. Он упрочняет камень и связывает водорастворимый портландит. Следовательно, связывание портландита в прочное соединение оказывает положительное влияние. Степень кристаллизации после экструдирования увеличивается в 1,5 раза. Образуются прочные низкоосновные гидросиликаты кальция и их количество увеличивается. Степень гидратации повышается на 25–27 %.

Анализ полученных данных показывает, что трещиностойкость мелкозернистого бетона с полыми стеклянными микросферами, полученного из экструдированной смеси, имеет более высокие показатели по сравнению с материалом, полученным по традиционной

технологии. Трещиностойкость и прочность при изгибе, сжатии экструдированного бетона возрастают на 30–40 % по сравнению с материалом из облегченной равноподвижной неэкструдированной смеси с ПСМС. Снижается также паропроницаемость за счет более плотной структуры экструдированного бетона и цементной матрицы, что связано с уменьшением количества воды затворения.

В результате проведенных исследований разработана технология получения легкого экструдированного цементного мелкозернистого бетона с ПСМС. Было предложено использовать разработанные бетоны для производства оконных и дверных перемычек с повышенными теплозащитными характеристиками. Разработана технология изготовления оконных перемычек из экструдированных смесей, включающая в себя: технологическую схему, оптимальные составы сырьевой смеси, порядок перемешивания, экструдирования, укладки и уплотнения смеси, хранения, оценки качества. По данной технологии была изготовлена опытная партия оконных армированных перемычек в городах Ижевске и Наро-Фоминске. Изготовленные изделия успешно применены в коттеджном строительстве указанных городов.

#### Список литературы

1. Семенов В.С., Розовская Т.А. Сухие кладочные смеси с полыми керамическими микросферами // *Научное обозрение*. 2013. № 9. С. 195–199.
2. Семенов В.С., Орешкин Д.В., Розовская Т.А. Свойства облегченных кладочных растворов с полыми стеклянными микросферами и противоморозными добавками // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 3. С. 9–11.
3. Клочков А.В., Павленко Н.В., Строкова В.В., Беленцов Ю.А. К вопросу об использовании стеклянных полых микросфер для теплоизоляционно-конструкционных кладочных растворов // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2012. № 3. С. 64–66.

#### References

1. Semenov V.S., Rozovskaya T.A. Dry masonry mixtures with ceramic hollow microspheres. *Nauchnoe obozrenie*. 2013. No 9, pp. 195–199. (In Russian).
2. Semenov V.S., Oreshkin D.V., Rozovskaya T.A. Properties of lightweight masonry mortars with hollow glass microspheres and antifreeze admixtures. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitelstvo*. 2013. No 3, pp. 9–11. (In Russian).
3. Klochkov A.V., Pavlenko N.V., Strokova V.V., Belencov U.A. On the use of hollow glass microspheres in heat insulating structural masonry mortars. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova*. 2012. No 3, pp. 64–66. (In Russian).

4. Орешкин Д.В., Капцов П.В. Научно-технические предпосылки получения экструдированных облегченных цементных систем // *Вестник МГСУ*. 2012. № 3. С. 115–119.
5. Орешкин Д.В., Семенов В.С., Капцов П.В. Свойства кладочных растворов на основе экструдированных растворных смесей // *Строительные материалы*. 2012. № 9. С. 58–60.
6. Korolev E.V., Inozemtcev A.S. Preparation and research of the high-strength lightweight concrete based on hollow microspheres // *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 746, pp. 285–288.
7. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Структурообразование и свойства конструкционных высокопрочных легких бетонов с применением наномодификатора BisNanoActivus // *Строительные материалы*. 2014. № 1. С. 33–37.
8. F. Blanco, P. Garcia, P. Mateos, J. Ayala. Characteristics and properties of lightweight concrete manufactured with cenospheres // *Cement and Concrete Research*. 2012. Vol. 30. №11, pp. 1715–1722.
9. Орешкин Д.В. Проблемы строительного материаловедения и производства строительных материалов // *Строительные материалы*. 2010. № 11. С. 6–8.
10. Орешкин Д.В. Облегченные и сверхлегкие цементные растворы для строительства // *Строительные материалы*. 2010. № 6. С. 34–37.
11. Орешкин Д.В., Беляев К.В., Семенов В.С. Теплофизические свойства, пористость и паропроницаемость облегченных цементных растворов // *Строительные материалы*. 2010. № 8. С. 51–54.
12. Сахаров Г.П., Чан Минь Дык. Повышение свойств мелкозернистого бетона экструдированием исходных смесей // *Бетон и железобетон*. 2009. № 1. С. 6–8.
13. Леонович С.Н. Трещиностойкость и долговечность несущих конструкций АЭС с позиции механики разрушения // *Вестник Белорусского национального технического университета*. 2009. № 4. С. 34–39.
14. Орешкин Д.В., Первушин Г.Н. Деформирование и разрушение цементного кольца конструкции нефтегазовой скважины после перфорации // *Деформация и разрушение материалов*. 2013. № 12. С. 25–27.
15. Eberhardsteiner J., Zhdanok S., Khroustalev B., Batsianouski E., Samtsou P., Leonovich S. Characterization of the influence of nanomaterials on the mechanical behavior of cement stone // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2011. Vol. 84. No. 4, pp. 8–10.
4. Oreshkin D.V., Kaptsov P.V. Scientific and technical preconditions for extruded lightweight cement systems. *Vestnik MGSU*. 2012. No 3, pp. 115–119. (In Russian).
5. Oreshkin D.V., Semenov V.S., Kaptsov P.V. Properties of masonry mortars on the basis of extruded mortar mixes. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No 9, pp. 58–60. (In Russian).
6. Korolev E.V., Inozemtcev A.S. Preparation and research of the high-strength lightweight concrete based on hollow microspheres. *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 746, pp. 285–288.
7. Inozemtcev A.S., Korolev E.V. Structuring and properties of the structural high-strength lightweight concretes with nanomodifier BisNanoActivus. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 1, pp. 33–37. (In Russian).
8. F. Blanco, P. Garcia, P. Mateos, J. Ayala. Characteristics and properties of lightweight concrete manufactured with cenospheres. *Cement and Concrete Research*. 2012. Vol. 30. No11, pp. 1715–1722.
9. Oreshkin D.V. Problems of building materiology and production of building materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No 11, pp. 6–8. (In Russian).
10. Oreshkin D.V. Light-weight and superlight cement mortars for construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No 6, pp. 34–37. (In Russian).
11. Oreshkin D.V., Belyaev K.V., Semenov V.S. Thermophysical properties, porosity and vapour permeability of light-weight cement mortars. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No 8, pp. 51–54. (In Russian).
12. Sakharov G.P., Chan Min Dyk. Improvement of the properties of fine-grained concrete by extruding of initial mixtures. *Beton i zhelezobeton*. 2009. No 1, pp. 6–8. (In Russian).
13. Leonovich S.N. Fracture resistance and durability of bearing structures of NPP from the position of fracture mechanics. *Vestnik Belorusskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta*. 2009. No 4, pp. 34–39. (In Russian).
14. Oreshkin D.V., Pervushin G.N. Deformation and destruction of plugging back stone for oil-and-gas wells after gun-fire perforation with hollow glass spheres. *Deformatsiya i razrushenie materialov*. 2013. No 12, pp. 25–27. (In Russian).
15. Eberhardsteiner J., Zhdanok S., Khroustalev B., Batsianouski E., Samtsou P., Leonovich S. Characterization of the influence of nanomaterials on the mechanical behavior of cement stone. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2011. Vol. 84. No. 4, pp. 8–10.

НОВОСТИ

## В Китае частично остановлено производство цемента

С декабря остановлены 103 производственные линии на цементных заводах Северо-Востока Китая.

С 2013 г. Китай борется с густым смогом, покрывшим мегаполисы страны. Единственный способ борьбы с этим явлением – сокращение выбросов химических веществ: летучих органических соединений, оксида азота от городского транспорта и диоксида серы и углекислого газа от местных промышленных предприятий.

Правительство занимается активной реализацией пятилетнего плана, принятого в 2013 г., по улучшению качества воздуха. Так, с декабря было остановлено производство на нескольких цементных заводах в провинциях Хэйлуцзян, Цзилинь и Ляонин. 103 производственные линии не будут использоваться четыре месяца. Таким способом власти надеются уменьшить смог. Подобная практика действует в Синьцзян-Уйгурском автономном районе еще с 1 ноября.

Инициатива по остановке производства на цементных заводах на время отопительного сезона была внесе-

на группой членов Всекитайского комитета НПКСК в марте 2014 г. на ежегодной сессии ВСНП и ВК НПКСК. После тщательного изучения Министерство промышленности и информатизации и Всекитайская ассоциация цементной промышленности одобрили инициативу.

Кон Сянчжун, заместитель руководителя ассоциации, убежден, что этот шаг поможет уменьшить влияние на экологическую обстановку в зимние месяцы, когда отопление, преимущественно угольное, усиливает риск загрязнения воздуха.

По предварительным подсчетам, в случае полной остановки производства цемента в Северном и Северо-Восточном Китае объем выбросов дымовых газов сократится на 780 млрд. м<sup>3</sup>.

По материалам государственного ИА «Синьхуа»

УДК 620.172.222

Н.Н. ЧЕРНОУСОВ, канд. техн. наук (ntotezis@mail.ru), Р.Н. ЧЕРНОУСОВ, канд. техн. наук, А.В. СУХАНОВ, инженер

Липецкий государственный технический университет (398600, г. Липецк, ул. Московская, 30)

## Исследование механики работы мелкозернистого шлакобетона при осевом растяжении и сжатии

С целью определения физико-механических характеристик шлакобетона, подбора для него зависимостей и параметров для расчета элементов конструкций по диаграммной методике, проведены испытания мелкозернистого шлакобетона на осевое растяжение и сжатие. Представлены результаты испытаний, диаграммы деформирования шлакобетона. На основе экспериментальных данных получены зависимости, связывающие такие характеристики мелкозернистого шлакобетона, как прочность при растяжении, начальный модуль упругости, предельные относительные деформации при растяжении и сжатии, через кубиковую прочность. Для описания диаграмм деформирования мелкозернистого шлакобетона принята зависимость, рекомендуемая ЕКБ-ФИП.

**Ключевые слова:** мелкозернистый шлакобетон, начальный модуль упругости, предельные относительные деформации, диаграмма деформирования бетона.

N.N. CHERNOUSOV, Candidate of Sciences (Engineering) (ntotezis@mail.ru), R.N. CHERNOUSOV, Candidate of Sciences (Engineering), A.V. SUKHANOV, Engineer, Lipetsk State Technical University (30, Moskovskaya Street, 398600 Lipetsk, Russian Federation)

### Research in Mechanics of Operation of Fine-Grained Slag Concrete under Axial Tension and Compression

To determine the physical-mechanical characteristics of the slag concrete, select the dependences and parameters for calculation of structural elements by diagram methodology the tests of fine-grained slag concrete under axial tension and compression were conducted. The results of tests and diagrams of slag concrete deformation are presented. On the basis of experimental data, dependences connecting such characteristics of the fine-grained slag concrete as tensile strength, initial tangent modulus, ultimate relative strains under tension and compression were obtained through the cube strength. The dependence recommended by EKB-FIP is accepted for describing diagrams of fine-grained slag concrete deformation.

**Keywords:** fine-grained slag concrete, initial tangent modulus, ultimate relative strains, concrete deformation diagram.

В связи с возрастающими требованиями к эффективному и экономичному потреблению материальных и энергетических ресурсов, а также к снижению стоимости и трудоемкости технологических процессов в настоящее время происходит интенсивный рост области применения железобетонных конструкций из бетонов, позволяющих использовать для их производства вторичные отходы различных отраслей промышленности и местные заполнители. К таким бетонам, в частности, относится мелкозернистый шлакобетон на основе отсева дробления литого шлакового щебня.

Известно, что мелкозернистый шлакобетон нашел применение при проектировании конструкций транспортных сооружений: в устройстве оснований дорожных одежд, элементов перекрытий (балок), ребристых плит покрытия, безнапорных пропускных труб, люков смотровых колодцев из сталефиброшлакобетона классов В10, В15, В25, В30 и др [1].

Несмотря на столь широкое применение шлакобетонных и сталефиброшлакобетонных конструкций в современном строительстве, многие особенности их прочностных характеристик мало изучены. В частности, это относится к проблеме определения физико-механических характеристик шлакобетона, подбора для него зависимостей и параметров для расчета элементов конструкций по диаграммной методике.

Целью исследования является изучение физико-механических характеристик мелкозернистого шлакобетона, получение зависимостей и параметров, необходимых для достоверного расчета элементов шлакобетонных конструкций по диаграммной методике.

Значительная часть расчетов элементов строительных конструкций основывается на таких характеристиках материала, как призматическая прочность бетона  $R_b$ , кубиковая прочность  $R_m$ , прочность при осевом растяжении  $R_{bt}$ , начальный модуль упругости бетона  $E_b^0$ , а также предельные относительные деформации бетона при сжатии  $\epsilon_{br}$  и растяжении  $\epsilon_{btR}$ .

Основным источником информации о механических свойствах материала, содержащим данные величины, являются диаграммы деформирования бетона, связывающие относительные деформации с напряжениями  $\epsilon-\sigma$  при одноосном сжатии и растяжении, для получения которых проводились испытания на образцах, изготовленных на основе шлаков металлургического производства ОАО «НЛМК». В исследуемых составах использовались в качестве вяжущего цемент марки ПЦ500 Д0 Липецкого цементного завода и пластифицирующая добавка Реламикс (10% раствор), а в качестве заполнителя – отсев дробления литого шлакового щебня фракции 0–5 мм с насыпной плотностью от 1085 до 1135 кг/м<sup>3</sup>. Составы экспериментальных образцов представлены в табл. 1.

Твердение бетона происходило в лабораторных условиях при температуре +18–20°C и влажности 70±5%. Нагружение шлакобетона при испытании на сжатие происходило со скоростью 0,6±0,4 МПа/с, при испытании на растяжение – 0,05±0,02 МПа/с.

Прочность бетона при сжатии и при растяжении определялась на стандартных образцах согласно указаниям ГОСТ 10180–90. Кубиковая прочность определялась на образцах 7×7×7 см, призматическая прочность и прочность при растяжении определялись на призмах 7×7×28 см. Относительные деформации при испытании призм на растяжение и сжатие – с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,001 мм на базе 180 мм. Численные результаты испытаний представлены в табл. 2, эмпирические диаграммы  $\epsilon-\sigma$  представлены на рис. 1.

При проектировании оптимальных составов сталефибробетонных смесей при расчете риска возникновения трещин в конструкциях из сталефибробетона, а также для разработки автоматизированных программ, ведущих расчет конструкций по диаграммной методике, в основном используются такие физико-механические характеристики бетона, как кубиковая прочность  $R_m$ ,

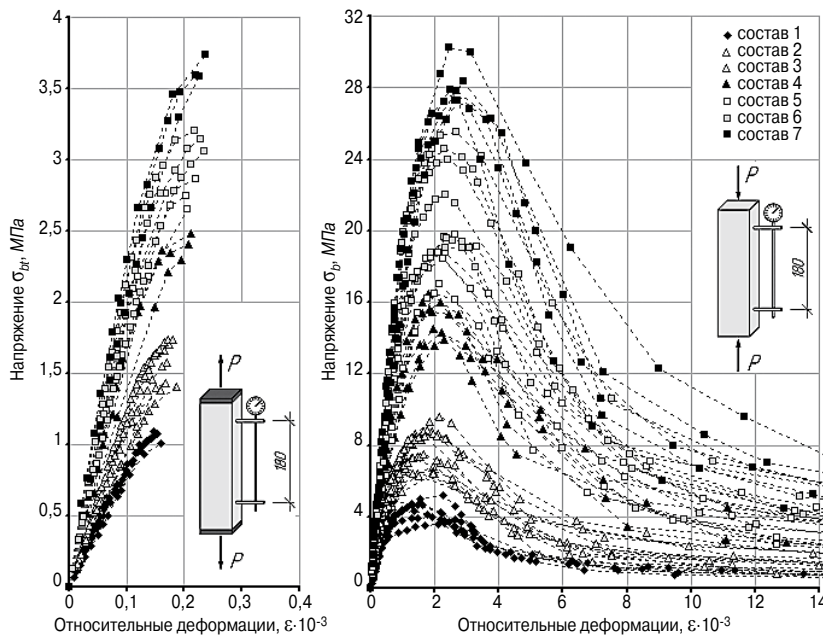


Рис. 1. Эмпирические диаграммы  $\epsilon$ - $\sigma$  для мелкозернистого шлакобетона: а – при осевом растяжении; б – при сжатии

Составы бетона для каждой партии образцов

№ состава	Класс (марка)	Расход компонентов, кг/м <sup>3</sup>		
		Цемент	Отсев от дробления литого шлакового щебня	Вода
1	B3,5 (M50)	330	1498	205
2	B5 (M75)	335	1520	200
3	B7,5 (M100)	350	1555	190
4	B10 (M150)	365	1510	180
5	B12,5 (M150)	400	1560	185
6	B15 (M200)	420	1510	190
7	B20 M(250)	440	1463	200

Таблица 1

прочность при растяжении  $R_{bt}$ , начальный модуль упругости  $E_b^0$ , значения предельных относительных деформаций бетона при растяжении  $\epsilon_{btR}$  и сжатии  $\epsilon_{bR}$ . На практике удобно пользоваться величиной  $R_m$ , в связи с чем многие специалисты проводят исследования по поиску зависимостей, выражающих характеристики отдельного вида бетона через его кубиковую прочность.

Общеизвестна формула, связывающая предел прочности бетона при растяжении  $R_{bt}$  с его кубиковой прочностью  $R_m$ :

$$R_{bt} = 0,5\sqrt[3]{R_m^2} \quad (1)$$

В [2] предложена следующая зависимость для мелкозернистого песчаного бетона:

$$R_{bt} = 0,3\sqrt[3]{R_m^2} \quad (2)$$

Нашими опытами установлено, что прочность при осевом растяжении образцов из мелкозернистого шлакобетона составляет приблизительно 0,08–0,3 прочности при сжатии. В результате обработки опытных данных удалось получить следующую зависимость:

$$R_{bt} = 0,4\sqrt[3]{R_m^2} \quad (3)$$

Опытные и полученные по формулам (1)–(3) зависимости прочности при растяжении от прочности при сжатии приведены на рис. 2.

Начальный модуль упругости бетона  $E_b^0$  удобно вычислять через  $R_m$  и средняя плотность  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>.

С целью определения зависимости объемной массы мелкозернистого шлакобетона  $\rho$  от его кубиковой прочности

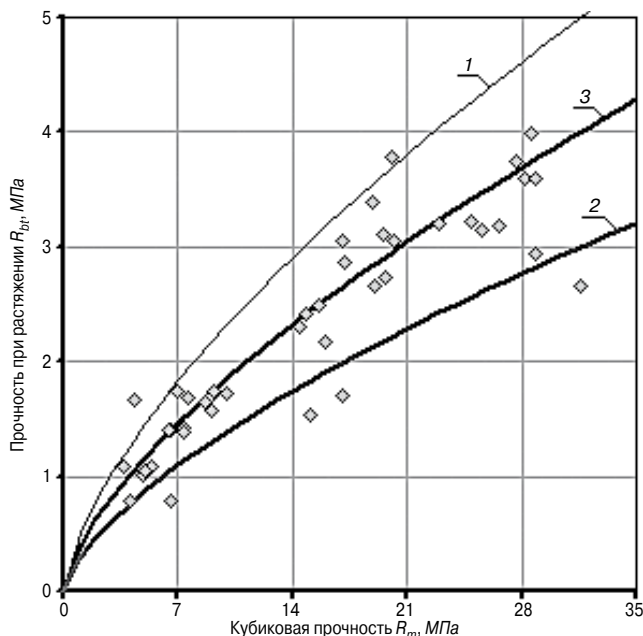


Рис. 2. Зависимость прочности при растяжении  $R_{bt}$  от кубиковой прочности  $R_m$ : 1 – по формуле (1); 2 – по формуле (2); 3 – по формуле (3)

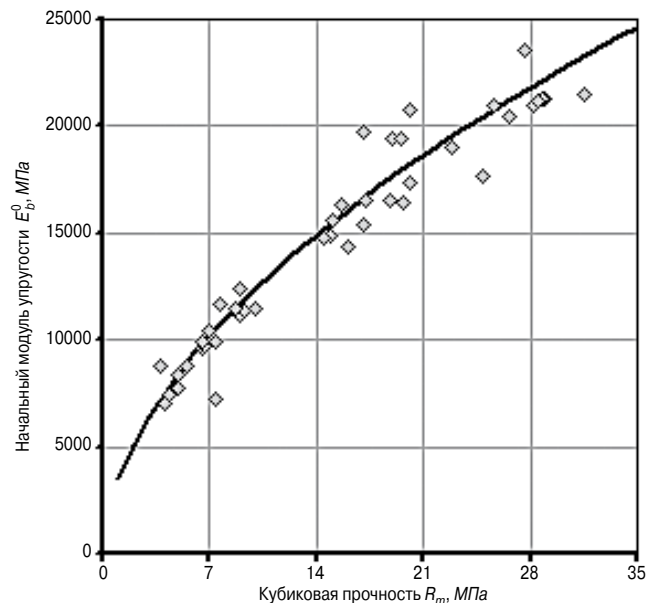


Рис. 3. Опытные данные и теоретическая кривая зависимости начального модуля упругости мелкозернистого шлакобетона от его кубиковой прочности

Таблица 2

Результаты испытания опытных образцов на осевое растяжение и сжатие

№ состава	Средние значения начального модуля упругости $E_b^0$ , МПа	Средние значения прочности бетона, МПа			Средние значения относительных деформаций в вершине диаграммы	
		при сжатии		при осевом растяжении $R_{bt}$	при сжатии $\varepsilon_{bR} \cdot 10^{-3}$	при осевом растяжении $\varepsilon_{btR} \cdot 10^{-3}$
		кубиковая прочность, $R_m$	призменная прочность $R_b$			
1	8,036	4,58	4,44	1,115	1,397	0,154
2	9,453	7,06	6,71	1,362	1,603	0,169
3	11,594	8,78	8,6	1,679	1,741	0,178
4	15,248	15,15	15,1	2,099	2,101	0,202
5	17,663	19,06	18,3	3,079	2,239	0,211
6	19,715	22,69	22,01	3,154	2,382	0,219
7	21,606	28,81	27,6	3,415	2,568	0,231

$R_m$  были проведены отдельные испытания на образцах бетона размером  $7 \times 7 \times 7$  см. Численные значения экспериментальных данных представлены в табл. 2.

Анализ данных, представленных в табл. 2, позволил получить следующую зависимость для выражения объемной массы мелкозернистого шлакобетона от его кубиковой прочности:

$$\rho = 100 \cdot \ln(R_m) + 1780, \quad (4)$$

где  $R_m$  – кубиковая прочность бетона, МПа;  $\rho$  – средняя плотность,  $\text{кг/м}^3$ .

Для выражения начального модуля упругости  $E_b^0$  (в МПа) применительно к мелкозернистому шлакобетону получена формула:

$$E_b^0 = 1,95\rho\sqrt{R_m} = 1,95 \cdot (100 \cdot \ln(R_m) + 1780)\sqrt{R_m}. \quad (5)$$

Соотношение опытных данных с теоретической кривой, построенной по формуле (5), позволяет сделать вывод о применимости данной зависимости для выражения начального модуля упругости мелкозерни-

стого шлакобетона через его кубиковую прочность (рис. 3).

Получены зависимости для определения предельных относительных деформаций мелкозернистого шлакобетона для сжатия:

$$\varepsilon_{bR} = 0,85 \cdot \sqrt[3]{R_m} \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

и для растяжения:

$$\varepsilon_{btR} = 0,15 \cdot \sqrt[3]{R_{bt}} \cdot 10^{-3}. \quad (7)$$

Подставляя (3) в (7), получаем следующую формулу для выражения  $\varepsilon_{btR}$  через кубиковую прочность:

$$\varepsilon_{btR} = 0,11 \cdot \sqrt[3]{R_m^2} \cdot 10^{-3}. \quad (8)$$

Соотношение опытных данных с теоретическими кривыми для  $\varepsilon_{btR}$  и  $\varepsilon_{bR}$  показано на рис. 4.

В настоящее время имеется немало предложений по описанию диаграмм  $\varepsilon$ – $\sigma$  (в виде полинома, степенной функции, показательной функции и других зависимо-

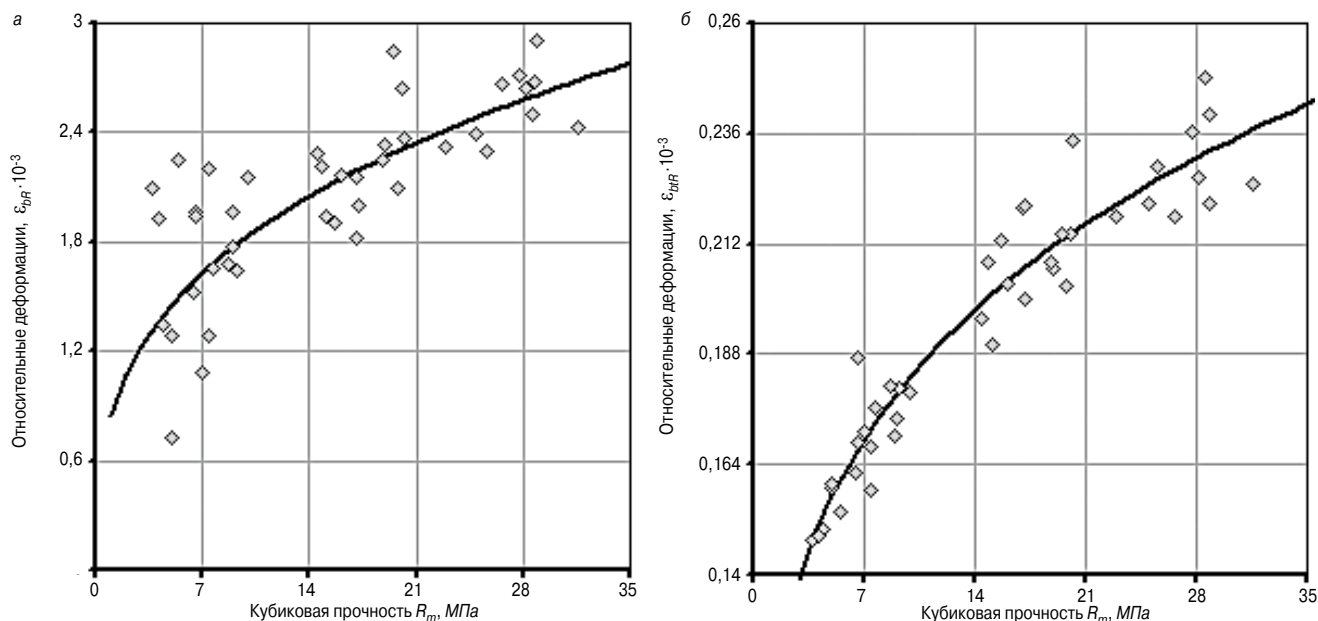


Рис. 4. Зависимость относительных деформаций в вершине диаграммы  $\varepsilon$ – $\sigma$  от кубиковой прочности  $R_m$ : а – при сжатии, кривая построена по формуле (6); б – при осевом растяжении, кривая построена по формуле (8)

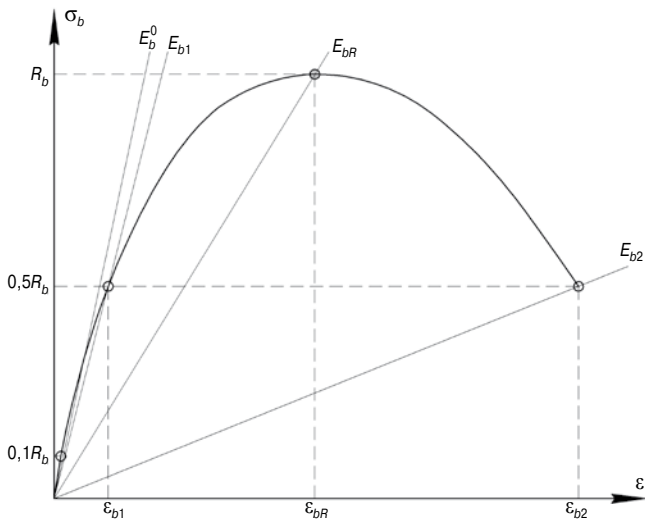


Рис. 5. Диаграмма ε-σ согласно ЕКБ-ФИП

стей). Та или иная зависимость может быть выбрана с учетом особенностей решаемой задачи [3–6]. В данном случае оказалось удобным использовать зависимость ЕКБ–ФИП (Европейского комитета по бетону и железобетону, ЕКБ – *Comité Euro-International du Béton (CEB)*, фр. и Международной федерации по преднапряженному железобетону, ФИП – *Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP)*, фр.)

$$\frac{\sigma_b}{R_b} = \frac{\left(\frac{E_b^0 \varepsilon_{bR}}{R_b}\right) \left(\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_{bR}}\right) - \left(\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_{bR}}\right)^2}{1 + \left(\frac{E_b^0 \varepsilon_{bR}}{R_b} - 2\right) \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_{bR}}} \quad (9)$$

Кривая зависимости (9) представлена на рис. 5. При построении диаграммы растяжения индекс *b* в этом выражении заменяется на *bt*.

Данные аналитические выражения применимы для описания с высокой достоверностью диаграмм растяжения и сжатия мелкозернистого шлакобетона, что проиллюстрировано на рис. 6, где показаны приведенные значения опытных данных для некоторых составов и теоретические кривые, построенные по формуле (9).

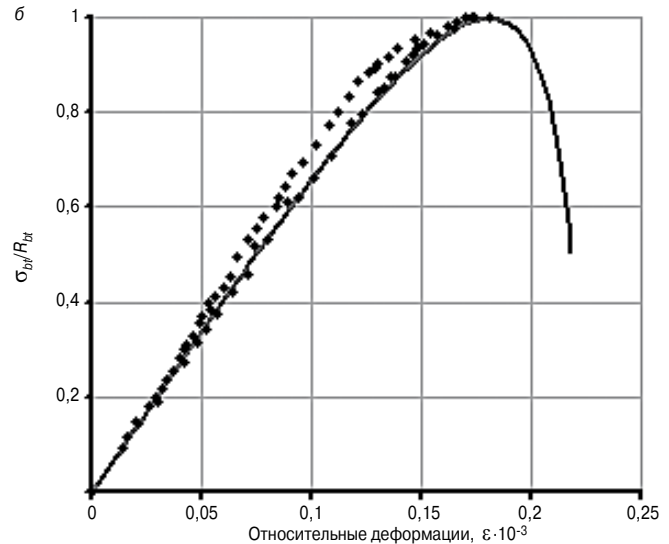
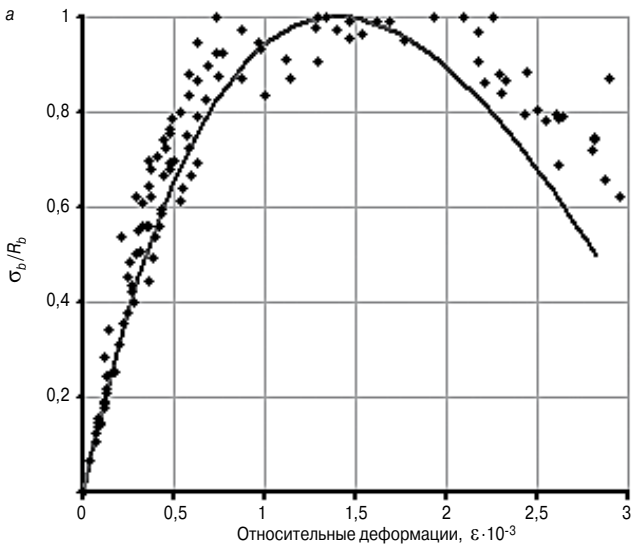


Рис. 6. Приведенные значения опытных данных и теоретические кривые, построенные по формуле (9): а – при испытании на сжатие образцов состава № 1; б – при испытании на растяжение образцов состава № 3

Таблица 3  
Опытные значения кубиковой прочности и объемной массы шлакобетонных образцов

Класс (марка)	Кубиковая прочность $R_m$ , МПа	Объемная масса $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
В7,5 (М100)	11,98	2014,4
	12,12	2039,1
	11,62	2025,7
В10 (М150)	14,21	2026,9
	14,2	2032,9
	13,7	2052,5
В12,5 (М150)	17,49	2086,9
	17,27	2060,8
	16,42	2072,8
В20 (М250)	32,4	2131,1
	31,3	2133,2
	29,81	2113,9
В22,5 (М300)	34,45	2111,6
	34,16	2148,8
	33,9	2125

Считается, что при достижении определенного значения уровня напряжения на нисходящей ветви, равного 0,5, нисходящая ветвь представляет уже не ветвь деформирования цельного бетонного образца, а ветвь деформирования отдельных частей раздробленного бетона. Ниже этого уровня напряжения ниспадающую ветвь использовать в расчетах не рекомендуется.

**Выводы.** Установлено, что прочность мелкозернистого шлакобетона при осевом растяжении составляет приблизительно 0,08–0,3 прочности при сжатии. На основе экспериментальных данных получены зависимости, связывающие такие характеристики мелкозернистого шлакобетона, как прочность при растяжении, начальный модуль упругости, предельные относительные деформации при растяжении и сжатии, через кубиковую прочность.

Для описания диаграмм деформирования мелкозернистого шлакобетона принята зависимость, рекомендуемая ЕКБ-ФИП.



## Список литературы

1. Черноусов Р.Н. Прочность и деформативность элементов конструкций транспортных сооружений на основе мелкозернистого сталефиброшлакобетона // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2011. № 1 (21). С. 87–97.
2. Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В. Моделирование прочностных и деформативных свойств мелкозернистого цементно-песчаного бетона при осевом растяжении и сжатии // *Строительные материалы*. 2013. № 10. С. 12–14.
3. Atlas of stress-strain curves. Second edition. Materials Park, USA, 2002, 816 p.
4. Мурашкин Г.В., Мордовский С.С. Применение диаграмм деформирования для расчета несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов // *Жилищное строительство*. 2013. № 3. С. 38–40.
5. Murashkin G., Panfilov D., Murashkin V. An improved technique of calculating deflections of flexural reinforced concrete elements made of conventional and high-strength concrete // *Journal of Civil Engineering and Architecture*. USA. 2013. Vol. 7, No. 2 (Serial number 63), pp. 125–131.
6. Панфилов Д.А., Пишулев А.А., Гимадетдинов К.И. Обзор существующих диаграмм деформирования бетона при сжатии в отечественных и зарубежных нормативных документах // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 3. С. 80–84.

## References

1. Chernousov R.N. Strength and deformation of structural elements on the basis of transport facilities fine steel fiber cinder concrete. *Nauchnyi vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*. 2011. No. 1 (21), pp. 87–97. (In Russian).
2. Chernousov N.N., Chernousov R.N., Sukhanov A.V. Modeling of strength and deformation properties of fine-grained sand-cement concrete under axial tension and compression. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials] 2013. No. 10, pp. 12–14. (In Russian).
3. Atlas of stress-strain curves. Second edition. Materials Park, USA, 2002, 816 p.
4. Murashkin G.V., Mordovskii S.S. Application strain diagrams for calculating the bearing capacity of eccentrically compressed concrete elements. *Zhilyshchnoe stroitel'stvo*. 2013. No. 3, pp. 38–40. (In Russian).
5. Murashkin G., Panfilov D., Murashkin V. An improved technique of calculating deflections of flexural reinforced concrete elements made of conventional and high-strength concrete // *Journal of Civil Engineering and Architecture*. USA. 2013. Vol. 7, No. 2 (Serial number 63), pp. 125–131.
6. Panfilov D.A., Pishulev A.A., Gimadetdinov K.I. Review of existing strain diagrams of concrete in compression in domestic and foreign regulations. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2014. No. 3. pp. 80–84. (In Russian).

Реклама


**Активатор**  
 измельчение активация синтез

## Планетарные мельницы «Активатор» для заводских и исследовательских лабораторий



Мельница	«Активатор-2SL»	«Активатор-2S»	«Активатор-4М»
Количество (объем) барабанов	2 (по 250мл)	2 (по 250мл)	4 (по 1000мл)
Скорость вращения барабанов	0-1500 об/мин	0-2800 об/мин	0-1650 об/мин
Потребляемая мощность	2,2 кВт/ч	2 по 2,2 кВт/ч	18 кВт/ч
Применение	Пробоподготовка	Механохимические исследования	Наработка материала

Размеры частиц кварцевого песка, помолотого в течение 5 мин на лабораторных планетарных мельницах «Активатор»

«Активатор-2SL»	30 % < 1 м	60 % < 2 м	92 % < 5 м
«Активатор-2S»	40 % < 1 м	77 % < 2 м	96 % < 5 м
«Активатор-4М»	26 % < 1 м	60 % < 2 м	86 % < 5 м

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

Машиностроительный Завод «Активатор»  
 Новосибирская обл., р.п. Дорогино,  
 630056, Новосибирск 56, а/я 141  
 Факс: +7 (38345) 710-61  
 Тел.: +7 (913) 942 94 81  
 e-mail: belyaev@activator.ru



Новосибирский государственный аграрный университет  
ИТЕ Сибирь



**Международная научно-техническая конференция**  
**«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ-4С: состав, структура, состояние, свойства»**

**Февраль 2015 г.**

**МВК «Новосибирск Экспоцентр»**

**Темы конференции**

1. Теоретические и методологические вопросы развития науки о рациональных составах в строительном материаловедении.
2. Физико-химические исследования процессов, влияющих на структуру и свойства строительных композитов.
3. Состояние строительных материалов в процессе эксплуатации и в период разрушения.
4. Пути совершенствования качества и технологического обеспечения строительных материалов за счет применения добавок направленного действия.
5. Экономико-организационные вопросы эффективного внедрения новых технологий в строительном комплексе.

*Материалы для сборника научных трудов направлять до 31.12.2014 г. по e-mail: gmunsau@mail.ru  
по почте: 630099, г. Новосибирск-99, Главпочтамт, а/я № 257, Пичугину А.П.*

**Информационная поддержка**

Научно-технический  
и производственный журнал



**Оргкомитет**

Новосибирск, ул. Добролюбова, 160  
Тел/факс: 8(383) 223-52-96



**Институт строительных материалов им. Ф.А. Фингера (FIB)**  
**университета Bauhaus-Universität г. Веймар (Германия)**  
**организует 19-й Международный конгресс по строительным материалам**

**г. Веймар (Германия)**

**IBAUSIL**

**16-18 сентября 2015 г.**

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

**Основные темы конгресса**

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

Официальные языки конференции – немецкий, английский

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

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

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

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

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

УДК 691.17

В.В. ХАХИНОВ (khakhinov@mail.ru), д-р хим. наук, О.В. ИЛЫНА, инженер  
Байкальский институт природопользования СО РАН (670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6)

## Полимерные композиционные материалы на основе полиамидобензимидазолов

Рассмотрена возможность использования полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе полиамидобензимидазолов в строительной промышленности. Проведенные исследования свойств ПКМ показали, что разработанные составы композитов обладают повышенной огне-, термо-, износо- и химической стойкостью в сочетании с высокими физико-механическими показателями, которые можно использовать в широком диапазоне температуры и агрессивных сред химического и биологического происхождения при одновременном или комплексном воздействии разнообразных внешних факторов. Композиты обладают эксплуатационной долговечностью, высокой адгезией к различным поверхностям и рядом других свойств, которые могут дать производству новые виды перспективных материалов строительной индустрии. Установлена взаимосвязь между строением полимеров и эксплуатационными характеристиками композитов, заключающаяся в улучшении физико-механических показателей ПКМ за счет модификации структуры полимеров. Разработана технология получения устойчивых к действию агрессивных сред и перепадов температуры материалов, оценена их эксплуатационная пригодность для климатических условий Сибири и Крайнего Севера, выявлена эффективность добавок при тепловом и ультрафиолетовом воздействии на свойства композитов.

**Ключевые слова:** строительные материалы, полимерные композиты, термостойкость.

V.V. KHAKHINOV (khakhinov@mail.ru), Doctor of Sciences (Chemistry), O.V. IL'INA, Engineer  
Baikal Institute of Nature Management, Siberian branch of RAS (6, Sakhyanovoy Street, 670047, Ulan-Ude, Russian Federation)

### Polymeric Composite Materials on the Basis of Polyamide-Benzimidazoles

A possibility of using polymeric composite materials (PCM) on the basis of polyamide-benzimidazoles in the construction industry is considered. Conducted studies of PCM properties show that the developed compositions of composites have an improved fire-, thermal-, wear-, and chemical resistance in combination with high physical-mechanical indices that can be used in a wide range of temperature and aggressive media of chemical and biological origin under the simultaneous or complex impact of various external factors. The composites have operational durability, high adhesion to different surfaces and a number of other properties which can give new types of prospective materials of building industry to production. The interrelation between polymer structures and operational characteristics, which improves physical and chemical parameters of PCM due to modification of polymer structures, is established. The technology of producing materials stable to aggressive media and temperature drops has been developed; their operational suitability for climatic conditions of Siberia and Far North was assessed; efficiency of additives under the heat and ultra-violet impact on properties of composites was revealed.

**Keywords:** building materials, polymeric composites, thermal resistance.

В строительной индустрии наряду с традиционными материалами — древесиной, бетоном, металлами стали более широко применяться полимерные композиты. Производство таких материалов как новая отрасль начало формироваться в период 60-х гг. прошлого века и оказало большое влияние на уровень индустриализации в сфере строительства. Это способствовало появлению на мировых рынках дешевых, а вместе с тем высококачественных полимерных и композитных изделий, потребление которых постоянно увеличивается. Так, в странах Западной Европы в период 1995–2005 гг. их производство возросло с 904 до 1237 тыс. т/год с ежегодным приростом 6–7%. В России за 20 лет было построено и введено в действие 112 предприятий по выпуску широкого ассортимента пластмасс [1–2].

В настоящее время стремительный рост рынка строительных изделий предполагает поиск новых эффективных полимерных композитных материалов (ПКМ). Перспективность ПКМ очевидна, их можно получать с заранее заданными свойствами, что значительно расширяет диапазон и масштабы применения. К малоизученным свойствам полимерных композитных материалов следует отнести эксплуатационную долговечность, особенно при резких перепадах температуры. Важную роль в данном сегменте играют термостойкие полимеры, на долю которых приходится более половины всего мирового объема. Они обладают высокой прочностью, износостойкостью, хорошими химическими свойствами, не боятся периодических и циклических нагрузок, сохраняют многие свои характеристики при значительных перепадах температуры. Достоинствами термостойких реактопластов являются относительная простота получения и доступность исходных соединений, лег-

кость переработки в изделия существующими промышленными методами.

Среди базовых полимерных материалов строительного назначения наиболее известны промышленные полиамиды: в России широко представлены ПА-6 [3–5]. Среди многообразия материалов особое место занимают термостойкие композиты инженерно-технического назначения в виде высоконаполненных полимерсодержащих конструкционных материалов: полимербетоны, бетонополимеры, армированные стеклопластики, изоляционные антикоррозионные материалы.

В работе изучены свойства и разработаны составы ПКМ на основе полибензимидазолов (ПАБИ) с повышенной огне-, термо-, износо- и химической стойкостью в сочетании с высокими физико-механическими показателями в широком температурном диапазоне, в агрессивных средах химического и биологического происхождения при комплексном воздействии разнообразных внешних факторов, с относительно низкой стоимостью, эксплуатационной долговечностью, высокой адгезией к различным поверхностям и рядом других свойств, которые могут дать производству новые виды строительных материалов [6–8].

Получены ПКМ с различной структурой полимерной матрицы, которые нерастворимы в слабых и щелочных растворителях, не разбухают при повышенной влажности, устойчивы к действию солнечной ультрафиолетовой радиации. Образцы разработанных материалов имеют высокую твердость (350–600 МПа), сравнимую с показателями некоторых металлических сплавов. Для исследованных пресс-изделий разрушающее напряжение при изгибе составляет около 80 МПа, что сравнимо с показателями промышленных полиами-

Таблица 1

Образец	$T_0, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	$t, \text{мин}$	$m_n, \text{г}$	$m_k, \text{г}$
ПАБИ	20	180	3,25	0,66	0,4
Фенилон	20	210	4,16	0,99	0,44

$T_0$  – начальная температура испытаний,  $T_{\text{max}}$  – максимальная температура появления газообразных продуктов горения,  $t$  – время достижения температуры горения,  $m_n$  – масса образца до испытаний,  $m_k$  – масса образца после испытаний.

дов (ОСТ 6-06-369–74). При воздействии высокой температуры они быстро коксуются, что обеспечивает пониженную горючесть и огнестойкость.

Была исследована возможность улучшения эксплуатационных характеристик ПКМ путем модификации структуры за счет подбора исходных компонентов и добавок. Наиболее интересные результаты получены с использованием сажи в качестве стабилизирующей добавки. Сажу добавляли в композиции в количестве от 1 до 40 мас. % с различной дисперсностью (фракция 1–40 мкм). По данным технического и петрографического анализов, в составе сажи содержалось 45–75 мас. % витрена, 15–45 мас. % фюзена с зольностью до 10 мас. %. Образцы ПКМ с сажой готовили сухим перемешиванием компонентов в механическом диспергаторе при скорости ротора 900 об/мин. Далее прессовали на гидравлическом прессе в разъемной пресс-форме при 100–120°C и удельном давлении 25–30 МПа с последующим отверждением при 200°C в течение 12 ч. Изготовленные пресс-материалы экспонировали в естественных условиях холодного климата на полигоне Института неметаллических материалов СО РАН г. Якутска (перепад температуры от -50°C до +50°C с переходом через ноль, с высокой УФ-радиацией, при наличии инея, обледенения, туманов, дождя) в течение трех лет. Пленочные материалы получали методом полива из 10% растворов полимеров.

Установлено, что термостойкость ПКМ возрастает с добавлением сажи и при оптимальном содержании наполнителя (10 мас. %) на 40–50°C с наибольшей эффективностью в диапазоне 100–200°C. Разрушающее напряжение при изгибе без наполнителя снижается на 30% после 500 ч выдерживания при повышенной температуре, а введение добавок (10 мас. %, дисперсность 35–40 мкм) позволяет сохранить до 90% исходных механических показателей.

Для определения пожарной безопасности ПКМ проведены эксперименты согласно ГОСТ 12.1.044–89. Для реального представления о конкурентоспособности предложенных композитов проводили исследования горючести в сравнении с образцами трудногорючего промышленного фенилона. Испытания показали, что образцы относятся к самозатухающим с учетом максимального приращения температуры ( $\Delta t_{\text{max}}$ ) меньше 60°C и потери массы ( $\Delta m$ ) меньше 60%, что позволяет отнести их к трудногорючим. ПКМ как горючие материалы в зависимости от времени достижения максимальной температуры относятся к изделиям средней воспламеняемости. Согласно результатам испытаний горючести ПКМ практически не уступают фенилону, но в отличие от промышленного материала продукты их разложения не являются токсичными. В табл. 1 приведены результаты испытаний образцов ПКМ на горючесть.

ПКМ обладают хорошей адгезией не только к деревобетонным изделиям, но, что особенно ценно, к металлическим поверхностям. Адгезию определяли по показателю разрушающего напряжения при сдвиге (ГОСТ 14759–69). Растворы полимеров наносили на металл при комнатной температуре после тщательной зачистки и дополнительной обработки поверхности металла. Адгезионная прочность к дюралюминию Д-16 и стали Ст-3 лежит в пределах 15 МПа, что сопоставимо с промышленными полиамидами. При повышении температуры показатели разрушающего напряжения ПКМ падают в среднем на 15%, но при экспозиции и возвращении к температуре начала испытаний адгезия увеличивается. Дополнительно исследовали адгезию материалов при экспонировании в условиях отрицательной температуры. Если после выдержки при нагревании склеенных пластин значение разрушающего напряжения незначительно снижается, то при экспонировании

в условиях холодного климата, что важно, оно увеличивается – это, очевидно, связано со структурированием полимера. Промышленные марки полиамидов после месяца экспозиции в условиях отрицательной температуры растрескались.

Водопоглощение ПКМ, нанесенных на алюминиевую и стальную подложки, за 1 и 24 ч выдержки независимо от строения полимерной матрицы и материала подложки практически в два раза ниже, чем у ПА-6. Испытания показали, что покрытия на основе ПКМ обладают защитными свойствами, обеспечивающими их длительную сохранность в различных условиях эксплуатации. Они значительно менее подвержены гидролизу, чем промышленные полиамиды, превосходят их по устойчивости к действию агрессивных сред в широком диапазоне температуры, более устойчивы к действию щелочей, а также к разбавленным кислотам.

Определение физико-механических показателей проводили по ГОСТ 14236–81, применяемому для данной группы материалов. Прочность материалов при растяжении при комнатной температуре для ПКМ (75–85 МПа) выше, чем у ПА-6 (65 МПа). Показатель модуля упругости  $E$  (1,5–5,9 МПа) также выше аналогичного показателя полиамида (0,6 МПа). После термообработки при 150°C в течение 4 ч разрушающее напряжение при растяжении для ПАБИ возрастает до 120 МПа. Для образцов, полученных методом прессования, разрушающее напряжение составило 115 МПа. Образцы ПА-6 не выдерживают испытаний при 150°C.

Известно, что полимерные материалы разрушаются гораздо интенсивнее при резких перепадах температуры, чем в стационарных условиях. Резкие суточные перепады температуры воздуха и дополнительный нагрев образцов, особенно в весеннее и осеннее время, приводят к появлению больших термических напряжений, которые за счет времени релаксации структурных элементов накапливаются при циклических перепадах температуры, что способствует растрескиванию материалов.

Климатическую устойчивость ПКМ оценивали согласно ГОСТ 17170–71 по изменению физико-механических свойств в процессе старения в течение трех лет. Количественным показателем старения выбран коэффициент сохранения свойств  $K_t = A_t/A_0$ , где  $A_t$ ,  $A_0$  – значения параметра материала до и после испытания. Механические испытания выполняли на универсальной разрывной машине Instron 1195.

Проведено экспонирование в естественных условиях холодного климата на полигоне в течение трех лет образцов ПКМ с добавками сажи в различных массовых соотношениях в сравнении с ПА-6. Следует особо отметить, что при экспонировании образцов ПКМ в течение трех лет на открытом полигоне в условиях холодного климата их внешний вид не изменился, в то время как при старении образцов ПА-6 первые трещины на поверхности появляются через 6–8 мес испытания. Контрольные показатели при испытаниях: молекулярная масса; разрушающее напряжение при растяжении; относительное удлинение при разрыве; термические показатели. Данные характеристики у образцов на основе ПАБИ в течение трех лет не изменились, а у ПА-6 через полгода экспонирования

Таблица 2

Состав композиции	Время выдержки, мес	Прочностные показатели			
		$\sigma_p$ , МПа	$K\sigma_p$	$\varepsilon_p$ , %	$K\varepsilon_p$
ПАБИ	0	51,8	1	3,5	1
ПАБИ + С		59,2	1	3,5	1
ПАБИ	6	53,2	1,03	3,4	0,97
ПАБИ + С		61,5	1,03	3,5	1
ПАБИ	12	51	0,98	3	0,86
ПАБИ + С		61	1,03	3,4	0,97
ПАБИ	24	50,5	0,97	2,9	0,83
ПАБИ + С		60,5	1,02	3,4	0,97
ПАБИ	36	48,5	0,95	2,85	0,81
ПАБИ + С		60,5	1,02	3,2	0,91

Количество сажи, 1 мас. %;  $K$  – коэффициент сохранения свойств,  $K = A/A_0$ ;  $A_0$  – величина показателя до экспозиции,  $A$  – после экспозиции.

ния появились первые изменения в данных показателях. Композиции с наличием сажи имеют более стабильные показатели (табл. 2) прочностных свойств. Величина разрушающего напряжения ( $\sigma_p$ ) полимера с добавлением стабилизатора не изменялась за время эксперимента. Результаты по изменению относительного удлинения при разрыве ( $\varepsilon_p$ ) свидетельствуют о том, что у композиций без добавления стабилизатора (15 мас. %, дисперсность 35–40 мкм) данные показатели довольно резко снижаются за первый год и далее сохраняются примерно на одном уровне. У композиций с добавлением сажи после первого года показатели начинают падать и через три года изменяются не более чем на 10%. У ПА-6 происходит снижение величины разрушающего напряжения через два года на 40%, после трех лет – на 70%. Показатели относительного удлинения при разрыве начинают стабильно изменяться в сторону уменьшения сразу же после начала экспонирования. Введение в композиции от 2 до 20% сажи положительно сказалось на прочностных характеристиках образцов. Присутствие сажи способствует повышению химической и механопрочностной устойчивости ПКМ. Для промышленного ПА-6 коэффициент сохранения свойств в течение года снижается почти на половину и в дальнейшем остается на том же уровне, что позволяет говорить о практически полном разрушении полиамида.

Установлено, что сажа является более эффективным светостабилизатором при ультрафиолетовом воздействии в сравнении с промышленными фотостабилизаторами, которые оказались малопригодными при совмещении с полимерными композитами. Материалы без добавления сажи через неделю экспонирования в условиях повышенной ультрафиолетовой радиации и отрицательной температуры покоробились, на них появились явные признаки старения – белые пятна.

Таким образом, исследования показали, что ПКМ на основе ПАБИ являются перспективными материалами для строительной индустрии. Показана возможность применения новых композитных материалов для создания термо- и огнестойких изделий. Установлена взаимосвязь между строением и структурой полимеров и эксплуатационными характеристиками композитов, заключающаяся в улучшении физико-механических показателей ПКМ за счет модификации структуры полимеров. Оптимизированы составы и условия получения композитов, изучены физико-механические свойства полученных материалов, разработана технология получения устойчивых к действию агрессивных сред и перепадов температуры материалов, оценена их эксплуатационная пригодность для климатических условий Сибири и Крайнего Севера, выявлена эффективность

влияния добавок на их свойства при ультрафиолетовом воздействии. Знание специфических особенностей исходного полимера и влияние его строения на свойства, а также поведение материалов на его основе позволяют с большей или меньшей точностью прогнозировать возможность использования материалов в заданных условиях эксплуатации.

Опытная партия полимерных композиционных материалов была изготовлена в Байкальском институте природопользования СО РАН. Образцы проходили климатические испытания в естественных условиях Севера на полигоне неметаллических материалов СО РАН. Исследования физико-механических свойств данных композитов продолжаются.

#### Список литературы

- Новиков В.У. Полимерные материалы для строительства. М.: Высшая школа, 1995. 448 с.
- Генис А.В., Якушенко Г.Н., Коннова Н.Ф. Рынок полиамидов: смена приоритетов // *Пластикс*. 2009. № 1–2 (71–72). С. 26–31.
- Развитие производства композиционных материалов на основе полиамида-6 РУП «ГПО «Химволокно» // *Пластические массы*. 2002. № 2. С. 5–6.
- Барина Л.С. Тенденции развития промышленности строительных материалов за рубежом // *Строительные материалы*. 2004. № 11. С. 2–6.
- Крыжановский В.К., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д. и др. Технические свойства полимерных материалов. СПб.: Профессия, 2003. 240 с.
- Ильина О.М., Хахинов В.В. Термические свойства полимерных материалов на основе полибензимидазолов // *Строительные материалы*. 2004. № 7. С. 64.
- Генис А.В., Усов В.В. Состояние и перспективы развития мирового и российского рынка полиамидов // *Пластические массы*. 2008. № 7. С. 3–6.
- Могнонов Д.М., Мазуревская Ж.П., Володарский Л.Б. Полиамидобензимидазолы – полимерные материалы в условиях холодного климата // *Журнал прикладной химии*. 2002. № 3. С. 481–484.

#### References

- Novikov V.U. Polymernye materialy dly stroitelstva [Polymeric materials for construction]. Moscow: Vysshaya shkola, 1995. 448 p.
- Genis A.B., Akulenok G.N., Konnova N.F. Market polyamides: changing priorities. *Plastics*. 2009. No. 1–2 (71–72), pp. 26–31. (In Russian).
- Development of production of composite materials based on polyamide-6 RUE «GPO «Khimvolokno». *Plasticheskie massy*. 2002. No. 2, pp. 5–6. (In Russian).
- Barinova L.S. Tendencies of development of the building materials industry abroad. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2004. No. 11, pp. 2–6. (In Russian).
- Kryzhanovsky V.K., Burlov V.V., Primatchenko A.D. etc. *Technicheskiye svoystva polymernych materialov* [Technical properties of polymer materials]. Saint-Petersburg: Profession, 2003. 240 p.
- Ilyina O.M., Khakhinov V.V. Thermal properties of polymeric materials on the basis of polybenzimidazoles. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2004. No. 7, pp. 64. (In Russian).
- Genis A.B., Usov V.V. State and prospects of development of world and Russian market of polyamides. *Plasticheskie massy*. 2008. No. 7, pp. 3–6. (In Russian).
- Mogonov D.M., Mazurevskay Zh.P., Volodarsky L.B. Polyamidoimides – polymer materials in cold climates. *Journal applied chemistry*. 2002. No. 3, pp. 481–484. (In Russian).

УДК 691.535.

М.Г. БРУЯКО<sup>1</sup>, канд. техн. наук (mbruyako@yandex.ru), Д.В. КРАВЦОВА<sup>1</sup>, инженер;  
В.В. ЮРЧЕНКО<sup>2</sup>, генеральный директор; В.Г. СОЛОВЬЕВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, В.А. УШКОВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук

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

<sup>2</sup> ООО «Спецстрой ИНЖ» (105318, г. Москва, Измайловское ш., 15, корп. 1)

## Влияние обработки сырьевых материалов низкотемпературной неравновесной плазмой на свойства строительных растворов

В результате проведенных исследований установлено, что плазмохимическая обработка портландцемента снижает на 15–17% нормальную плотность цементного теста и в 3–4 раза ускоряет сроки схватывания. Обработка воды затворения в установках НТП уменьшает ее жесткость и способствует образованию дополнительных центров кристаллизации. Применение обработанной воды для затворения цементно-песчаных растворов повышает до 50% скорость набора прочности в ранние сроки твердения и до 30% их прочность в возрасте 28 сут. При плазмохимической обработке мелкого заполнителя снижается удельная поверхность и площадь поверхности пор кварцевого песка с одновременным переходом кристаллической структуры кварца в аморфную, а также происходит уменьшение на 10–18% водопотребности обработанного песка. Плазмохимическая обработка сырьевых материалов может быть использована на существующих предприятиях стройиндустрии для повышения качества продукции и снижения энергозатрат при ее производстве.

**Ключевые слова:** низкотемпературная плазма, цементно-песчаные растворы, портландцемент, кварцевый песок, вода затворения.

M.G. BRUYAKO<sup>1</sup>, Candidate of Sciences (Engineering) (mbruyako@yandex.ru), D.V. KRAVTSOVA<sup>1</sup>, Engineer; V.V. YURCHENKO<sup>2</sup>, General Manager; V.G. SOLOV'EV<sup>1</sup>, Candidate of Sciences (Engineering), V.A. USHKOV<sup>1</sup>, Candidate of Sciences (Engineering)

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

<sup>2</sup> ООО «Spetsstroy INZh» (15, Izmailovo Highway, Moscow, 105318, Russian Federation)

### Effect of Raw Materials Processing with Low Temperature Non-Equilibrium Plasma on Properties of Building Mortars

As a result of studies carried out it is established that the plasma-chemical treatment of Portland cement reduces the normal consistency of cement paste by 15–17% and accelerates the time of setting in 3–4 times. Treatment of the mixing water in low temperature non-equilibrium plasma units reduces its hardness and favours the formation of additional crystallization centers. Adding the treated water in sand-cement mortars increases the speed of strength generation in the early stages of hardening by up to 50% and their strength by up to 30% at the age of 28 days. Plasma-chemical treatment of a fine grained filler reduces the specific surface and surface square of quartz sand pores with a simultaneous transition of the crystal structure of quartz to amorphous one, at the same time the water demand of the treated sand reduces by 10–18%. Plasma-chemical treatment of raw materials can be used at existing enterprises of building industry for improving the quality of production and reducing the energy consumption for its manufacturing.

**Keywords:** low temperature plasma, cement-sand mortars, Portland cement, quartz sand, mixing water.

В настоящее время интенсивно проводятся исследования, направленные на повышение эксплуатационных показателей и снижение себестоимости строительных изделий и конструкций. Так, например, для увеличения подвижности и удобоукладываемости бетонной смеси используют магнитно- и электрохимически активированную воду затворения [1–5]. При ее применении снижается расход воды затворения на 15–25%, сокращается на 20–30% время тепловой обработки изделий, позволяет отказаться от использования дорогих пластификаторов [1]. Применение наноструктурированной воды затворения в 1,4–1,7 раза снижает вязкость цементного теста и повышает функциональное действие пластифицирующих добавок [3]. Использование механомагнитной активации воды затворения совместно с целевыми добавками значительно снижает расход пластификаторов без ухудшения основных свойств цементного теста [4]. Для активации воды затворения при производстве строительных растворов и бетонов ее подвергают электрохимической обработке в трехкамерном электролизере постоянного тока [5]. Повышение активности минеральных вяжущих веществ достигается механоактивацией портландцемента в измельчителе-активаторе УИС-2У. При этом уменьшается на 20–30% относительная усадка цемента и позволяет заменить 40–50% цемента золой-уносом ТЭС без существенной потери вяжущим первичной активности [6]. Для повышения водо- и морозостойкости, улучшения внешнего вида керамических, силикатных и бетонных изделий их поверхность подвергают оплавлению, используя для этих целей промывленные плазменные установки [7, 8]. Весьма перспективно применение для этих целей неравновесной низкотемпературной плазмы

(НТП). Так, например, для удаления ионов тяжелых металлов из водных растворов их обрабатывают электроразрядной неравновесной плазмой [9]. Для повышения прочности химически стойких эпоксино-каучуковых композиций, используемых для восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций, предложено обрабатывать минеральные наполнители (маршалит, андезит, диабазовую и кварцевую муку) [10] или смешанный железоксидный пигмент в установках НТП [11]. Плазмохимическая обработка железоксидных пигментов повышает также прочность вторичного полипропилена [12].

Поэтому представлялось целесообразным установить влияние плазмохимической обработки исходных компонентов (портландцемента, кварцевого песка и воды затворения) на сроки схватывания и прочность при сжатии цементно-песчаных растворов.

Цементно-песчаные растворы получали на основе цемента марки М500 Д0 (ГОСТ 10178–85), кварцевого песка с  $M_k=0,63$  и отдельной фракции с размерами частиц менее 0,15 мм (ГОСТ 8736–93\*). Удельную поверхность кварцевого песка, размеры микропор и их распределение на поверхности тонкодисперсного наполнителя измеряли методом капиллярной конденсации азота с помощью анализатора удельной поверхности и размера пор NOVA 2200e. Площадь поверхности кварцевого песка рассчитывали по методу Singl Point BET Surface Area, а распределение пор – по методу ВJН. Спектрограммы комбинированного рассеяния света кварцевым песком снимали на Раман-спектрометре. В качестве воды затворения использовали воду, соответствующую требованиям ГОСТ 23732–2011. Сроки схватывания строительных растворов определяли по ГОСТ 310.3–76, а прочность

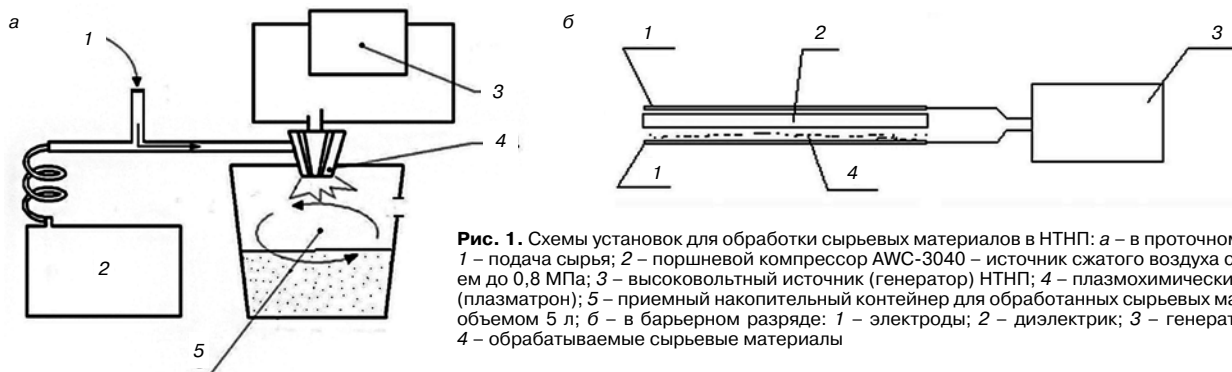


Рис. 1. Схемы установок для обработки сырьевых материалов в НТПП: а – в проточном режиме: 1 – подача сырья; 2 – поршневой компрессор АWC-3040 – источник сжатого воздуха с давлением до 0,8 МПа; 3 – высоковольтный источник (генератор) НТПП; 4 – плазмохимический реактор (плазматрон); 5 – приемный накопительный контейнер для обработанных сырьевых материалов объемом 5 л; б – в барьерном разряде: 1 – электроды; 2 – диэлектрик; 3 – генератор НТПП; 4 – обрабатываемые сырьевые материалы

Таблица 1

	В/Ц для нормальной густоты цементного теста	Начало схватывания, мин	Окончание схватывания, мин
Цемент ПЦ М500 Д0	0,3	60	180
Модифицированный цемент ПЦ М500 Д0	0,26	15	60

Таблица 2

Характеристики песка	Режим плазмохимической обработки кварцевого песка	Площадь поверхности по методу Multi-point BET, м <sup>2</sup> /г	Коэффициент корреляции R	Распределение пор в кварцевом песке по методу ВЖН		
				Площадь поверхности, м <sup>2</sup> /г	Объем пор, мг <sup>3</sup> /г	Радиус пор Dv(r), А
<0,15 мм	–	2,298	0,997	0,868	0,003	20,345
<0,15 мм	В барьерном разряде	2,055	0,995	0,795	0,002	20,505
M <sub>к</sub> =0,63	–	4,619	0,992	1,995	0,004	20,47
M <sub>к</sub> =0,63	В проточном режиме	3,682	0,991	1,654	0,004	20,417

при сжатии – по ГОСТ 310.4–81 на испытательных машинах Ynstron-3382 и WDW-100E. Обработку воды затворения, цемента и кварцевого песка осуществляли в лабораторных установках низкотемпературной неравновесной плазмы, схема которых приведена на рис. 1.

Низкотемпературная неравновесная плазма в лабораторных установках генерируется источником переменного тока напряжением до 8000 В и частотой до 40 кГц. Между электродами плазматрона создается область низкотемпературной неравновесной плазмы со значением параметра E/N, равного 15×10<sup>-16</sup> В·см<sup>2</sup>. Время обработки воды затворения изменялось в пределах от 1×10<sup>-2</sup> до 5×10<sup>-2</sup> с. Портландцемент и кварцевый песок обрабатывали в проточном режиме (рис. 1, а) и в барьерном разряде (рис. 1, б).

В результате проведенных исследований установлено, что плазмохимическая обработка ускоряет сроки схватывания портландцемента (табл. 1). По-видимому, при об-

работке портландцемента низкотемпературной неравновесной плазмой происходит разрушение кристаллогидратной оболочки и удаление химически связанной воды с поверхности частичек минерального вяжущего. Косвенно это подтверждается тем, что наибольшая разница в скорости схватывания обычного и плазмохимически обработанного цемента наблюдается на лежалых и частично гидратированных цементах. Снижение сроков начала и окончания схватывания обработанного цемента возможно и за счет возникновения новых активных центров кристаллизации при воздействии на поверхность материала заряженных частиц (ионов, радикалов, свободных электронов и т. п.). Одновременно на 15–17% снижается нормальная густота цементного теста при использовании обработанного цемента по сравнению с контрольным (табл. 1) и повышается на 15–20% прочность растворов, изготовленных из обработанного цемента.

Проведенными исследованиями установлено, что обработка кварцевого песка с M<sub>к</sub>=0,63 и фракций размером менее 0,15 мм НТПП в непрерывном проточном режиме и в режиме барьерного разряда приводит к

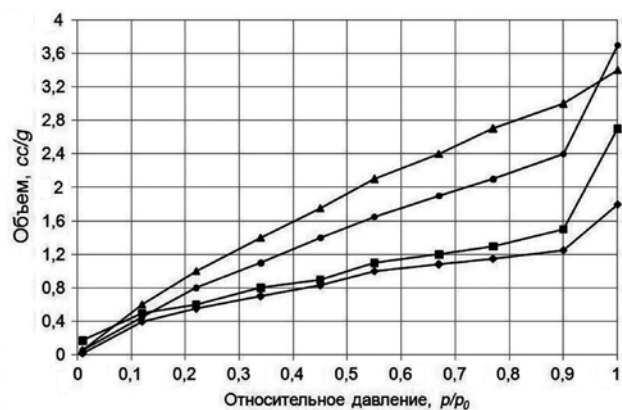


Рис. 2. Изотермы десорбции азота для кварцевого песка, не обработанного и обработанного НТПП: 1 – кварцевый песок с размером частиц менее 0,15 мм, обработанный в барьерном разряде; 2 – необработанный кварцевый песок с размером частиц менее 0,15; 3 – необработанный кварцевый песок M<sub>к</sub>=0,63, 4 – кварцевый песок фракции M<sub>к</sub>=0,63, обработанный в проточном режиме в установке НТПП

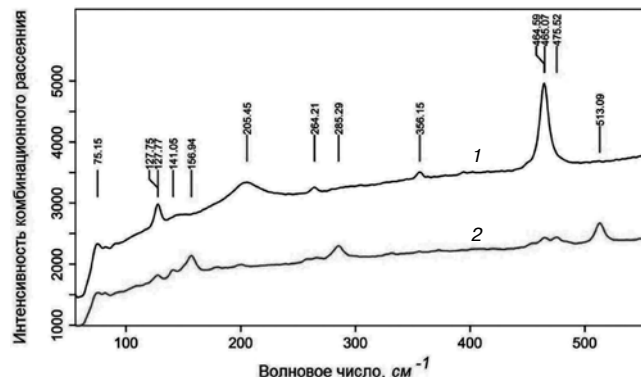


Рис. 3. Спектрограмма комбинационного рассеяния света кварцевым песком: 1 – контрольный образец; 2 – образец, обработанный НТПП

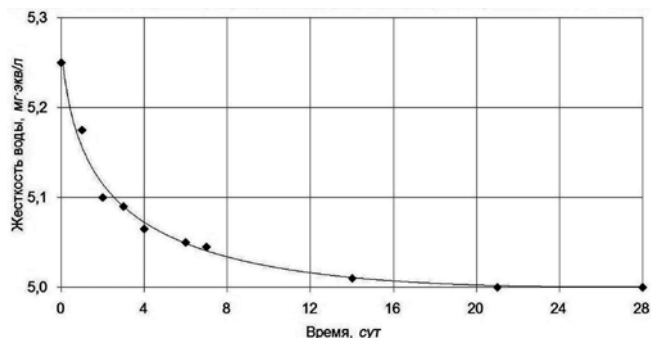


Рис. 4. Зависимость изменения жесткости воды, обработанной в низкотемпературной неравновесной плазме, от продолжительности ее хранения

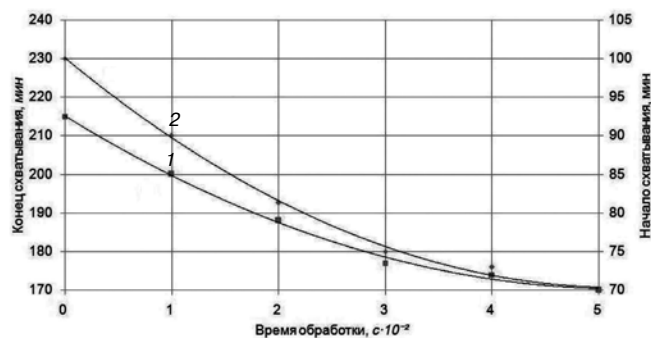


Рис. 5. Зависимость сроков схватывания цемента ( $B/C=0,36$ ) от продолжительности плазмохимической обработки воды затворения: 1 — начало схватывания; 2 — окончание схватывания

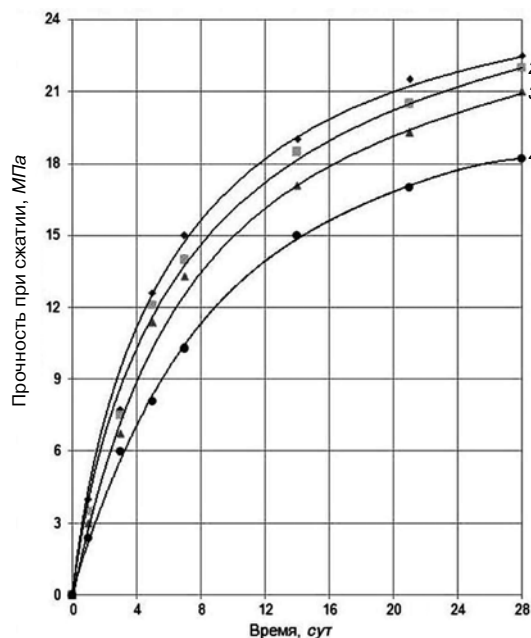


Рис. 6. Кинетика набора прочности при сжатии цементно-песчаных растворов от продолжительности плазмохимической обработки воды затворения: 1 —  $3 \times 10^{-2}$  с; 2 —  $2 \times 10^{-2}$  с; 3 —  $1 \times 10^{-2}$  с; 4 — не обработанная вода

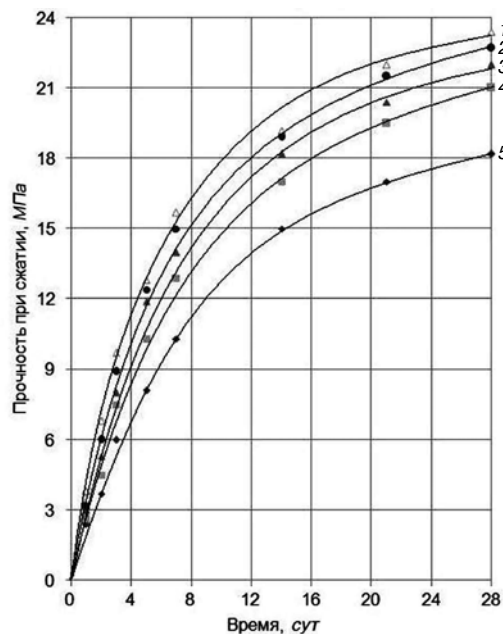


Рис. 7. Кинетика набора прочности при сжатии цементно-песчаных растворов от сроков хранения обработанной воды затворения: 1 — 21 сут; 2 — 14 сут; 3 — 7 сут; 4 — 1 сут; 5 — не обработанная вода

уменьшению удельной поверхности частиц на 10,6–20,3% и на 8,4–17,1% площади поверхности пор, а также размеров микропор радиусом от 20 до 70–80 Å (табл. 2). Изотермы десорбции азота необработанным и плазмохимически модифицированным кварцевым песком приведены на рис. 2. При этом существенное изменение удельной поверхности пор в кварцевом песке наблюдается для пор радиусом от 20 до 35 Å. Причем с увеличением размера частиц песка происходит более значительное снижение его удельной поверхности и площади поверхности пор. Этот эффект происходит, по нашему мнению, за счет оплавления поверхности кварцевого песка при воздействии низкотемпературной неравновесной плазмы за счет контакта стримера с материалом. Одновременно происходит переход кристаллической структуры кварца в аморфную, что подтверждено результатами исследования структуры кварца на Раман-спектрометре (рис. 3): на спектрограмме комбинационного рассеяния света кварцевым песком ярко выражен пик, соответствующий аморфной фазе кремнезема. Косвенным подтверждением оплавления поверхности кварцевого песка является снижение на 10–18% его водопотребности после воздействия НТП.

В результате проведенных исследований установлено, что обработка водопроводной воды НТП снижает ее жесткость из-за уменьшения концентрации в воде растворимых солей кальция и магния, выпадающих в осадок

(рис. 4). Одновременно происходит отрыв ионов железа с поверхности электродов плазматрона и рост концентрации оксидов железа в воде. Применение плазмохимически обработанной воды затворения значительно снижает время начала и окончания схватывания цементов. Причем с увеличением продолжительности плазмохимической обработки воды возрастает скорость схватывания цементов (рис. 5). Увеличение скорости схватывания строительных растворов происходит, по-видимому, из-за образовавшегося осадка солей кальция и магния, который является дополнительным центром кристаллизации. Это приводит к формированию мелкокристаллической структуры цементов, которая характеризуется повышенной прочностью. Кинетика набора прочности строительного раствора при сжатии от продолжительности плазмохимической обработки воды затворения приведена на рис. 6. Анализ рис. 6 показывает, что повышение продолжительности плазмохимической обработки воды затворения ускоряет процесс набора прочности цементно-песчаных растворов и повышает их конечные значения.

Установлено, что плазмохимическая обработка воды затворения в установках НТП способствует ее активации и ускорению процессов гидратации цемента и, следовательно, более быстрому нарастанию прочности цементно-песчаных растворов в первые 1–5 сут нормального твердения образцов. При этом увеличение сроков хранения плазмохимически модифицированной



воды затворения до 21 сут приводит к значительному повышению ее активирующего эффекта (рис. 7). Испытания образцов цементно-песчаных растворов в возрасте 28 сут показали, что прочность при сжатии цементно-песчаного раствора возрастает с 18,2 МПа при использовании неактивированной воды до 21,1–23,4 МПа при применении плазмохимически обработанной воды.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что плазмохимическая обработка портландцемента снижает на 15–17% нормальную плотность цементного теста и в 3–4 раза ускоряет сроки схватывания. Обработка воды затворения в установках НТНП уменьшает ее жесткость и способствует образованию дополнительных центров кристаллизации. Применение обработанной воды для затворения цементно-песчаных

растворов повышает до 50% скорость набора прочности в ранние сроки твердения и до 30% их прочность в возрасте 28 сут. При плазмохимической обработке мелкого заполнителя снижается удельная поверхность и площадь поверхности пор кварцевого песка с одновременным переходом кристаллической структуры кварца в аморфную, а также происходит уменьшение на 10–18% водопотребности обработанного песка. Предложенный способ плазмохимической обработки сырьевых материалов, используемых для изготовления растворов и бетонов, отличается сравнительной простотой, низкой стоимостью и высокой эффективностью. Он может быть использован на существующих предприятиях стройиндустрии для повышения качества продукции и снижения энергозатрат при ее производстве.

#### Список литературы

1. Помазкин В.А., Макаева А.А. Физическая активация воды затворения бетонных смесей // *Строительные материалы*. 2003. № 2. С. 14–16.
2. Ермолаев Ю.М., Радионов Б.Н., Радионов Р.Б., Стехин А.А., Чистов Ю.Д. Повышение прочности пенобетона при использовании структурированной воды // *Технология бетонов*. 2006. № 2. С. 54–55.
3. Пухаренко Ю.В., Никитин В.А., Латенко Д.Г. Наноструктурирование воды затворения как способ повышения эффективности пластификаторов бетонных смесей // *Строительные материалы*. 2006. № 8. С. 11–13.
4. Федосов С.В., Акулова М.В., Слизнева Т.Е., Падохин В.А., Касаткина В.И. Определение технологических параметров механомагнитной активации водных систем с пластифицирующей добавкой // *Строительные материалы*. 2010. № 3. С. 49–51.
5. Баженов Ю.М., Федосов С.В., Ерофеев В.Т., Матниевский А.А. и др. Цементные композиты на основе магнитно- и электрохимически активированной воды затворения. Саранск: Изд. Мордовского ун-та, 2011. 128 с.
6. Прокопец В.С. Влияние механоактивационного воздействия на активность вяжущих веществ // *Строительные материалы*. 2003. № 9. С. 28–29.
7. Федосов С.В., Щепочкина Ю.А., Акулова М.В., Науменко Н.Н. Современные методы отделки стеновых строительных материалов. Иваново: ИГАСУ, 2012. 212 с.
8. Федосов С.В., Акулова М.В. Плазменная металлизация бетона. М.: АСВ, 2003. 122 с.
9. Якушин Р.В., Бродский В.А., Колесников В.А., Чистилинов А.В., Певгов В.Г. Исследование влияния разрядов низкотемпературной плазмы на валентное состояние переходных металлов в водных растворах и перспективы применения метода в процессе водоподготовки // *Вода: химия и экология*. 2014. № 3. С. 89–95.
10. Патент РФ № 2488610 Слабогорючая химически стойкая полимерная композиция / Ушков В.А., Баженов Ю.М., Сенин Н.И., Абрамов В.В., Бруяко М.Г. и др. Заявл. 11.04.2012. Опубл. 27.07.2013. Бюл. № 21. 192 с.
11. Патент РФ № 2495894. Слабогорючая химически стойкая полимерная композиция / Ушков В.А., Абрамов В.В., Бруяко М.Г., Григорьева Л.С., Славин А.М. Заявл. 18.07.2012. Опубл. 20.10.2013. Бюл. № 29. 161 с.
12. Ушков В.А., Орлова А.М., Славин А.М., Манухов Ч.О. Вторичные полиолефины, содержащие модифицированный железоксидный пигмент // *Промышленное и гражданское строительство*. 2013. № 3. С. 17–19.

#### References

1. Pomazkin V.A., Makaeva A.A. Physical activation of concrete mixes water. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2003. No. 2, pp 14–16. (In Russian).
2. Ermolaev Yu.M., Radionov B.N., Radionov R.B., Stekhin A.A., Chistov Yu.D. Increase of durability of foam concrete when using the structured water. *Tekhnologiya betonov*. 2006. No. 2, pp. 54–55. (In Russian).
3. Pukharencov Yu.V., Nikitin V.A., Latenko D.G. Water nanostructuring as a way of concrete mixes softeners efficiency increasing. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2006. No. 8, pp. 11–13. (In Russian).
4. Fedosov S.V., Akulova M.V., Slizneva T.E., Padokhin V.A., Kasatkina V.I. Determination of technological parameters of mechanical-magnetic activation of water systems with a plasticizing additive. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 3, pp. 49–51. (In Russian).
5. Bazhenov Yu.M., Fedosov S.V., Erofeev V.T., Matnievskii A.A. i dr. Tsementnye kompozity na osnove magnitno- i elektrokhimicheski aktivirovannoi vody zatvoreniya [Cement composites on the basis of the magnetic and electrochemical activated water]. Saransk: Publisher Mordovia University. 2011. 128 p.
6. Prokopets V.S. Mechanoactivation influence on activity of glue substances. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2003. No. 9, pp. 28–29. (In Russian).
7. Fedosov S.V., Shchepochkina Yu.A., Akulova M.V., Naumenko N.N. Sovremennyye metody otdelki stenovykh stroitel'nykh materialov [Modern methods of finishing of wall construction materials]. Ivanovo: IGASU. 2012. 212 p.
8. Fedosov S.V., Akulova M.V. *Plazmennaya metallizatsiya betona* [Plasma metallization of concrete]. M.: ASV. 2003. 122 p.
9. Yakushin R.V., Brodskii V.A., Kolesnikov V.A., Chistolinov A.V., Pevgov V.G. Research of categories of low-temperature plasma influence on a valence state of transitional metals in water solutions and prospects of a method application in the course of water treatment. *Voda: khimiya i ekologiya*. 2014. No. 3, pp. 89–95. (In Russian).
10. Patent RF №2488610. Slabogoryuchaya khimicheski stoikaya polimernaya kompozitsiya [Low-flammable chemical-resistant polymer composition]. Ushkov V.A., Bazhenov Yu.M., Senin N.I., Abramov V.V., Bruyako M.G. ets. Declared 11.04.2012. Published 27.07.2013. Bulletin No. 21. 192 p. (In Russian).
11. Patent RF № 2495894. Slabogoryuchaya khimicheski stoikaya polimernaya kompozitsiya [Low-flammable chemical-resistant polymer composition]. Ushkov V.A., Abramov V.V., Bruyako M.G., Grigor'eva L.S., Slavin A.M. Declared 18.07.2012. Published 20.10.2013. Bulletin No. 29. 161 p. (In Russian).
12. Ushkov V.A., Orlova A.M., Slavin A.M., Manukhov Ch.O. The secondary polyolefins containing an modified ironoxidic pigment. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. No. 3, pp. 17–19. (In Russian).

А.И. ПАНЧЕНКО, д-р техн. наук, А.Ф. БУРЬЯНОВ, д-р техн. наук, В.Г. СОЛОВЬЕВ, канд. техн. наук, Н.В. КОЗЛОВ, инженер (n\_kozlov\_mgsu@mail.ru), С.А. ПАШКЕВИЧ, канд. техн. наук

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

## Комплексная оценка эффективности применения гипсового вяжущего повышенной водостойкости

Выполнена комплексная оценка физико-механических свойств, долговечности и стоимости гипсового вяжущего повышенной водостойкости на основе промышленных отходов, содержащего в своем составе полуводный гипс, карбидный ил, биокремнезем, тетраборат натрия (бура), суперпластификатор С-3, и бетонов на его основе. Результаты физико-механических испытаний этого материала позволили сделать вывод, что достигнутый уровень показателей отвечает требованиям к материалам для ограждающих конструкций. Параметры деформирования керамзитобетонов из гипсового вяжущего повышенной водостойкости на основе промышленных отходов, по предварительным данным, соответствуют среднему уровню цементных бетонов равного класса. Кроме того, это вяжущее решает экологическую проблему – утилизацию многотоннажного техногенного отхода производства ацетилена и повышает экономическую эффективность его применения.

**Ключевые слова:** многокомпонентное гипсовое вяжущее, комплексная гидравлическая добавка.

A.I. PANCHENKO, Doctor of Sciences (Engineering), A.F. BUR'YANOV, Doctor of Sciences (Engineering), V.G. SOLOV'IEV, Candidate of Sciences (Engineering), N.V. KOZLOV, Engineer (n\_kozlov\_mgsu@mail.ru), S.A. PASHKEVICH, Candidate of Sciences (Engineering)  
Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Highway, 129337 Moscow, Russian Federation)

### Complex Assessment of Efficiency of Using Gypsum Binder of Enhanced Water Resistance

A complex assessment of physical-mechanical properties, durability and cost of a gypsum binder of enhanced water resistance on the basis of industrial waste containing semi-hydrated gypsum, carbide lime slurry, bio-silica, sodium tetraborate (borax), super-plasticizer C-3 and concrete on its basis has been made. Results of the physical-mechanical tests of this material made it possible to conclude that the achieved level of performance meets requirements for materials of enveloping structures. The deformation parameters of claydite-concrete with gypsum binder of enhanced water resistance on the basis of industrial waste, according to preliminary data, correspond to the average level of cement concretes of an equal class. In addition, this binder solves the environmental problem – utilization of large-tonnage anthropogenic waste of acetylene production – and improves the economic efficiency of its use.

**Keywords:** multi-component gypsum binder, complex hydraulic additive.

Материалы для наружных ограждающих конструкций должны иметь коэффициент размягчения не менее 0,6 [1], однако для бетонов на основе гипса он составляет всего 0,4–0,5. Марка по морозостойкости гипсобетонов не превышает F15–F25. Таким образом, низкая стойкость к воздействиям окружающей среды, резкое снижение прочности при увлажнении и высокая ползучесть не позволяют эффективно использовать гипсобетоны при возведении жилых зданий, производственных и сельскохозяйственных сооружений, и прежде всего в качестве материала для наружных стен.

В настоящее время эта проблема решается за счет использования смешанных гипсовых вяжущих, в основном гипсоцементно-пуццолановых (ГЦПВ). Однако использование ГЦПВ связано с необходимостью исследования и подбора состава этого смешанного вяжущего с учетом химического (минералогического) состава цемента и пуццолановой добавки. Кроме того, в составе ГЦПВ содержится до 25% портландцемента, что повышает его энергоемкость и стоимость.

В последние годы с целью уменьшения количества клинкера в составе смешанного вяжущего были разработаны технологии быстротвердеющего композиционного вяжущего, модифицированного органическими добавками, и бетонов на его основе, в том числе для зимнего бетонирования [2–4]. Разработанное водостойкое гипсовое вяжущее низкой водопотребности (ВГВНВ) обеспечивает возможность получения легких бетонов классов до В7,5 с коэффициентом размягчения 0,89–0,94 и морозостойкостью F50–F75, но должно содержать в своем составе до 15% клинкера и требует дополнительного помола.

Для решения данных задач были разработаны многокомпонентные бесклинкерные водостойкие гипсовые вяжущие (МБВГВ) [5–7]. На основе МБВГВ возможно

получение легкого бетона классов В3,5–В10 с коэффициентом размягчения 0,8–0,94 и морозостойкостью не ниже F75 для наружных ограждающих конструкций. Однако данные вяжущие требуют особых условий твердения (выдержка образцов в нормальных условиях, проведение тепловлажностной обработки), обладают недостаточной водостойкостью, имеют короткие сроки схватывания и предусматривают повышенный расход дорогостоящих компонентов, увеличивая тем самым его энергоемкость и стоимость.

Благодаря проведенным исследованиям [8, 9] было получено водостойкое смешанное гипсовое вяжущее (СГВ) с повышенными физико-механическими свойствами, не требующее особых условий твердения и имеющее замедленные сроки схватывания. Применение СГВ позволяет использовать техногенные отходы.

Технический результат получают благодаря замене в составе вышеуказанного МБВГВ [5]: микрокремнезема активностью 246–254 мг/г на химически более активный биокремнезем активностью 390–398 мг/г; оксида кальция (известняк) на карбидный ил (многотоннажный техногенный отход от производства ацетилена, получаемый при разложении карбида кальция  $\text{CaC}_2$  водой по реакции  $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$  в ацетиленовых генераторах); введению в состав вяжущего регулятора сроков схватывания (тетрабората натрия – соли слабой борной кислоты и сильного основания) и суперпластификатора С-3 (натриевых солей продукта конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида). Биокремнезем представляет собой продукт специальной комбинированной активации диатомита, прошедшего термическую обработку при температуре 700–800°C. Поглощение извести биокремнеземом через 30 сут до 4 раз превышает аналогичный показатель природных активных минеральных добавок и на 60%

Таблица 1

Компоненты	Полуводный гипс, %	Кремнезем-содержащая добавка, %	Портланд-цемент, %	CaO, %	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> , %	C-3, %	Прочность при сжатии в высушенном состоянии, МПа	Прочность при сжатии в водонасыщенном состоянии, МПа	Коэффициент размягчения K <sub>p</sub>	Растворимость, г/см <sup>3</sup>
Гипс Г3	100	–	–	–	–	–	6,9	3,04	0,44	0,05
Гипс Г7	100	–	–	–	–	–	16,7	7,52	0,45	0,045
Гипс Г13	100	–	–	–	–	–	30	14,1	0,47	0,04
Гипс Г19	100	–	–	–	–	–	44,7	21,9	0,49	0,038
ГЦПВ на гипсе Г13	75	5	20	–	–	–	27,8	18,07	0,65	0,013
ГВПВ на гипсе Г13	23,4	60	–	15,6	–	0,2	26	16,38	0,63	0,011
МБВГВ на гипсе Г13	76,35	13	–	10	–	0,65	37,9	26,53	0,7	0,001
	78,4	12	–	9	–	0,6	38,2	30,17	0,79	0,001
	80	11	–	8,5	–	0,5	38	28,5	0,75	0,001
	81,6	10	–	8	–	0,4	38	27,7	0,73	0,001
	83,3	9	–	7,38	–	0,32	37,7	25,26	0,67	0,001
СГВ на гипсе Г3	76,2	6,7	–	16,8	0	0,3	9,4	7,9	0,84	0,001
	76,1	7,8	–	15,7	0,05	0,35	9,8	8,43	0,86	0,001
	76	8,8	–	14,7	0,1	0,4	10,4	9,15	0,88	0,001
	75,9	9,7	–	13,8	0,15	0,45	10,0	8,7	0,87	0,001
	75,8	10,4	–	13,1	0,2	0,5	9,6	8,16	0,85	0,001
СГВ на гипсе Г7	77,65	6,3	–	15,6	0,05	0,4	23,1	18,71	0,81	0,001
	77,55	7,3	–	14,6	0,1	0,45	23,6	19,59	0,83	0,001
	77,45	8,2	–	13,7	0,15	0,5	24,2	21,05	0,87	0,001
	77,35	9	–	12,9	0,2	0,55	23,8	19,99	0,84	0,001
	77,25	9,7	–	12,2	0,25	0,6	23,3	19,11	0,82	0,001
СГВ на гипсе Г13	79,9	5,6	–	13,9	0,1	0,5	40,9	31,08	0,76	0,001
	79,8	6,5	–	13	0,15	0,55	41,6	33,7	0,81	0,001
	79,7	7,3	–	12,2	0,2	0,6	42,0	35,7	0,85	0,001
	79,55	8	–	11,5	0,3	0,65	41,8	34,28	0,82	0,001
	79,4	8,7	–	10,8	0,4	0,7	41,2	32,14	0,78	0,001
СГВ на гипсе Г19	82,1	4,9	–	12,2	0,2	0,6	59,1	42,55	0,72	0,001
	81,95	5,7	–	11,4	0,3	0,65	60	48	0,80	0,001
	81,8	6,4	–	10,7	0,4	0,7	60,4	49,53	0,82	0,001
	81,65	7	–	10,1	0,5	0,75	60,2	48,76	0,81	0,001
	81,5	7,6	–	9,5	0,6	0,8	59,7	44,78	0,75	0,001

выше активности микрокремнезема. Наряду с высоким показателем активности в возрасте 30 сут у биокремнезема наблюдается интенсивное поглощение извести в первые 3 сут.

Все составы смешанных гипсовых вяжущих приготавливались из теста нормальной густоты исходного гипса. Испытания гипсовых вяжущих осуществлялись по ГОСТ 23789–79 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний». Коэффициент размягчения гипса и многокомпонентных гипсовых вяжущих определялся по ТУ 21–31–62–89 «Гипсоцементно-пуццолановое вяжущее». Определение модуля упругости проводилось согласно ГОСТ 24452–80\* «Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэф-

фициента Пуассона», ползучести по ГОСТ 24544–81\* «Бетоны. Методы определения деформационной усадки и ползучести», морозостойкости – согласно ГОСТ 10060–2012\* «Бетоны. Методы определения морозостойкости». Образцы выдерживались в нормальных условиях при температуре 20±2°С и относительной влажности воздуха 95±5% в течение 28 сут, после чего подвергались соответствующим испытаниям.

Применение карбидного ила и снижение расхода кремнеземсодержащей добавки (биокремнезема) в качестве компонентов вяжущего, твердеющего как в нормальных, так и в естественно-сухих условиях (без значительного понижения коэффициента размягчения), повышает коэффициент размягчения (табл. 1). Результаты

Таблица 2

Наименование и шифр бетона	Класс бетона по прочности при сжатии	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> бетонной смеси				
		Вяжущее, кг	Вода, л	Керамзит, кг	Керамзитовый песок, кг	Кварцевый песок, кг
ГВ-1	В7,5	490	315	350	260	–
ГВ-2	В10	350	220	460	–	430
СГВ-1	В7,5	330	210	460	350	–
СГВ-2	В10	350	220	460	–	430
ГЦПВ	В10	510	375	290	290	–
ВГВНВ	В10	315	200	430	330	–

Таблица 3

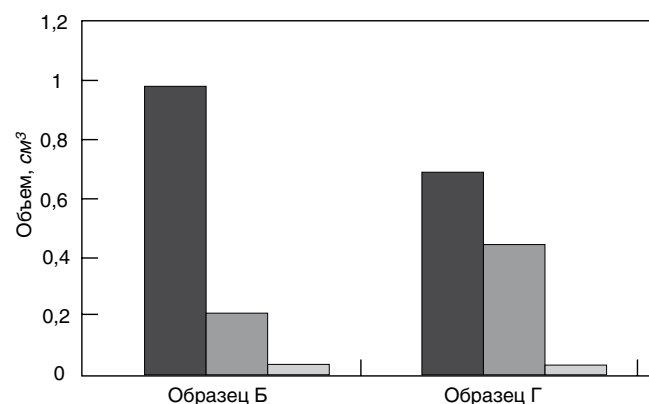
Наименование и шифр бетона	Класс бетона по прочности при сжатии	$\rho_{ср}$ , кг/м <sup>3</sup>	$R_{сж}^{28}$ в сухом состоянии, МПа	$K_p$	F, цикл
ГВ-1	В7,5	1200	10,5	0,45	15
ГВ-2	В10	1300	12,4	0,46	25
СГВ-1	В7,5	1200	15,7	0,88	100
СГВ-2	В10	1300	18	0,87	125
ГЦПВ	В10	1180	10,8	0,73	45
ВГВНВ	В10	1180	11,9	0,92	75

Таблица 4

Свойства	Класс бетона, В10				
	ГВ-2	СГВ-2	ГЦПВ	ВГВНВ	ПЦ
Прочность при сжатии в водонасыщенном состоянии, МПа	4,6	9,6	–	–	11,3
Модуль упругости, МПа	8300	19100	8500	–	22000
Относительная деформация ползучести, $\times 10^{-5}$ , МПа <sup>-1</sup>	26,8	12,3	18	–	10,5
Марка морозостойкости, F	25	125	50	75	100
Коэффициент размягчения $K_p$	0,45	0,87	0,7	0,89	0,92

исследования керамзитобетонов различных составов (табл. 2) приведены в табл. 3 и 4.

Результаты физико-механических испытаний керамзитобетонов на основе предложенного вяжущего позволили сделать вывод, что достигнутый уровень показателей отвечает требованиям к материалам для ограждающих конструкций. Коэффициент теплопроводности составляет 0,275–0,315 Вт/(м·°С), что позволяет использовать материал для ограждающих конструкций.



Распределение пор относительно занимаемого объема: образец Б на основе СГВ; образец Г на основе гипса: ■ – микропоры ( $r < 0,005$  мкм); ■ – переходные ( $r = 0,005 - 0,1$  мкм); ■ – макропоры ( $r \geq 0,1$  мкм)

Разработанный материал выдержал 125 циклов замораживания-оттаивания, что значительно превышает требования по морозостойкости, предъявляемые к стеновым материалам. Обычный гипсобетон выдержал лишь 25 циклов.

Показатель ползучести бетона на основе СГВ находится на уровне цементного бетона равного класса и в 2,2 раза ниже, чем у бетона на основе полуводного гипса.

Введение илито-кремнеземистой добавки для бетонов на основе СГВ приводит к повышению водостойкости в 1,8–2,2 раза с коэффициентом размягчения до 0,91; прочности в 1,4–1,6 раза; морозостойкости в 2–3 раза; водонепроницаемости в 2,5–2,7 раза; снижению ползучести в 2,1–2,3 раза и усадки в 3,5–3,8 раза бетонов относительно исходного гипсокерамзитобетона и не требует особых условий выдерживания по сравнению с другими многокомпонентными гипсовыми вяжущими.

Таблица 5

Материалы	Расход, %		Цена, р./т	
	МБВГВ	СГВ	МБВГВ	СГВ
Кремнеземсодержащая добавка	54,5	37,5	12000	5000
Ca(OH) <sub>2</sub>	45,5	62,5	2000	2000
ИТОГО			7450	3125

Данные результаты достигнуты благодаря структуре камня с меньшим количеством пор и капилляров, сообщающихся с внешней средой (см. рисунок), а также образованию за счет взаимодействия активных  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , входящих в состав вяжущего, малорастворимых низкоосновных гидросиликатов кальция, затрудняющих проникновение влаги в гипсовый камень [9].

Распределение пор относительно занимаемого объема: образец Б на основе СГВ; образец Г на основе гипса

Из представленных данных видно, что основной размер пор СГВ составляет 0,001–0,005 мкм, а у исходного гипса 0,004–0,1 мкм. Количество микропор у затвердевшего гипсового вяжущего составляет около 50% от занимаемого объема, а у затвердевшего СГВ около 80%. Общая пористость гипсового камня на основе СГВ приблизительно одинакова с общей пористостью обычного гипсового камня (37,1 и 36,2% соответственно), но открытых пор у первого значительно меньше (15,3 и 25,2% соответственно).

Кроме того, это вяжущее решает экологическую проблему – утилизацию многотоннажного техногенного отхода производства ацетилена и является наиболее экономически эффективным в применении (табл. 5).

Из таблицы видно, что стоимость илито-кремнеземистой добавки на основе биокремнезема ниже стоимости аналогичной добавки на основе микрокремнезема в 2,4 раза.

#### Список литературы

1. Ферронская А.В. Долговечность гипсовых материалов, изделий и конструкций. М.: Стройиздат. 1984. 254 с.
2. Коровяков В.Ф., Ферронская А.В., Чумаков Л.Д., Иванов С.В. Быстротвердеющие композиционные гипсовые вяжущие, бетоны и изделия // *Бетон и железобетон*. 1991. № 11. С. 17–18.
3. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Чумаков Л.Д., Мельниченко С.В. Быстротвердеющий керамзитобетон для зимнего бетонирования // *Бетон и железобетон*. 1992. № 6. С. 12–14.
4. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Мельниченко С.В., Чумаков Л.Д. Водостойкие гипсовые вяжущие низкой водопотребности для зимнего бетонирования // *Строительные материалы*. 1992. № 5. С. 15–17.
5. Патент РФ 2081076. Вяжущее / Панченко А.И., Айрапетов Г.А., Несветаев Г.В., Нечушкин А.Ю. Заявлено 10.06.1994. Опубликовано 10.06.1997. Бюл. № 16.
6. Бессонов И.В., Шигапов Р.И., Бабков В.В. Теплоизоляционный пеногипс в малоэтажном строительстве // *Строительные материалы*. 2014. № 7. С. 9–13.
7. Гайфуллин А.Р., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З. Состав и структура камня композиционного гипсо-

вого вяжущего и гибридной минеральной добавки // *Строительные материалы*. 2014. № 7. С. 28–31.

8. Козлов Н.В., Панченко А.И., Бурьянов А.Ф., Соловьев В.Г., Булдыжова Е.Н., Гальцева Н.А. Гипсовые вяжущие повышенной водостойкости на основе промышленных отходов // *Научное обозрение*. 2013. № 9. С. 200–205.
9. Козлов Н.В., Панченко А.И., Бурьянов А.Ф. Микроструктура гипсового вяжущего повышенной водостойкости // *Строительные материалы*. 2014. № 5. С. 72–75.

#### References

1. Ferronskaya A.V. Dolgovechnost' gipsovykh materialov, izdelii i konstruktsii [Durability of plaster materials, products and designs]. Moscow: Stroizdat. 1984. 254 p.
2. Korovyakov V.F., Ferronskaya A.V., Chumakov L.D., Ivanov S.V. Quick-hardening composite plaster knitting, concrete and products. *Beton i zhelezobeton*. 1991. No. 11, pp. 17–18. (In Russian).
3. Ferronskaya A.V., Korovyakov V.F., Chumakov L.D., Mel'nichenko S.V. Quick-hardening керамзитобетон for winter concreting. *Beton i zhelezobeton*. 1992. No. 6, pp. 12–14. (In Russian).
4. Ferronskaya A.V., Korovyakov V.F., Mel'nichenko S.V., Chumakov L.D. Waterproof plaster knitting low water requirement for winter concreting. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 1992. No. 5, pp. 15–17. (In Russian).
5. Patent RF 2081076. Vyazhushchee [The Knitting] / Panchenko A.I., Airapetov G.A., Nesvetaev G.V., Nechushkin A.Yu. Declared 10.06.1994. Published 10.06.1997. Bulletin No. 16. (In Russian).
6. Bessonov I.V., Shigapov R.I., Babkov V.V. Heat-Insulating Foamed Gypsum in Low-Rise Construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 7, pp. 9–13. (In Russian).
7. Gayfullin A.R., Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z. Composition and Structure of Composite Gypsum Binder Stone with Lime and Hybrid Mineral Additive *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 7, pp. 28–31. (In Russian).
8. Kozlov N.V., Panchenko A.I., Bur'yanov A.F., Solov'ev V.G., Buldyzhova E.N., Gal'tseva N.A. Plaster knitting the increased water resistance on the basis of industrial wastes. *Nauchnoe obozrenie*. 2013. No. 9, pp. 200–205. (In Russian).
9. Kozlov N.V., Panchenko A.I., Bur'yanov A.F., Solov'ev V.G. Microstructure Plaster Knitting the Increased Water Resistance. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 5, pp. 72–75. (In Russian).

## НОВОСТИ

### Новая линия окрашивания силикатного кирпича на Клинцовском силикатном заводе

В начале октября на ЗАО «Клинцовский силикатный завод» запущена в эксплуатацию линия по поверхностному окрашиванию силикатного кирпича.

Окрашивание силикатного кирпича производится порошковыми полиэфирными красками методом электростатического напыления с последующей полимеризацией в камере формирования покрытия. Такая технология позволяет производить кирпич с поверхностью более 300 цветов и оттенков.

Силикатный кирпич с поверхностным окрашиванием имеет ряд преимуществ перед кирпичом объемного окрашивания:

- улучшенные качества поверхности;
- увеличенную стойкость цвета в процессе эксплуатации;
- препятствует проникновению влаги в стены;
- более низкую себестоимость производства продукции;
- более широкую цветовую гамму с различными степенями блеска (от матового до глянцевого).

Производство является экологически безопасным, не загрязняет окружающую среду, поскольку при формировании покрытия в атмосферу уходит менее 0,5 % летучих веществ.

Производственная мощность линии окрашивания составляет 5 млн шт. кирпича в год марок М 125 и М 150.

## Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы»® в 2014 г.\*

### Проблемы материальной базы и состояние отрасли строительства

- Аргынбаев Т.М., Стафеева З.В., Белогуб Е.В.** Месторождение каолинов Журавлиный Лог – комплексное сырье для производства строительных материалов ..... № 5. С. 68
- Баранов И.М.** Проблемы нормирования свойств магнезиальных вяжущих строительного назначения и их решение. .... № 3. С. 45
- Буткевич Г.Р.** Взгляд на будущее промышленности нерудных строительных материалов. .... № 9. С. 48
- Время пересмотра стандарта на гипсовые перегородочные плиты настало** ..... № 7. С. 61
- Грызлов В.С.** Компетентностно-модульный подход при подготовке бакалавров строителей ..... № 9. С. 55
- Золь Ш.** Выявляя потенциалы ..... № 5. С. 52
- Королев Е.В.** Нанотехнология в строительном материаловедении. Анализ состояния и достижений. Пути развития. .... № 11. С. 47
- Кочетков А.В., Янковский Л.В.** Перспективы развития и актуальные задачи дорожной науки ..... № 7. С. 62
- Орешкин Д.В., Семенов В.С.** Современные материалы и системы в строительстве – перспективное направление обучения студентов строительных специальностей ..... № 7. С. 92
- Прохоров С.Б.** Анализ рынка алюминиевых газообразователей в России ..... № 5. С. 41
- Садыков Р.К., Сабитов А.А., Кабилов Р.Р.** Перспективы использования минерально-сырьевой базы керамзитового сырья в Республике Татарстан. .... № 5. С. 4
- Семенов А.А.** Итоги развития строительного комплекса и промышленности строительных материалов в 2013 г. Прогноз на 2014 г. .... № 3. С. 81
- Семенов А.А.** Промышленность строительных материалов Республики Крым ..... № 4. С. 68
- Семенов А.А.** Российский рынок извести: тенденции и перспективы развития ..... № 9. С. 3
- Семенов А.А.** Состояние российского рынка керамических стеновых материалов ..... № 8. С. 9
- Строкова В.В., Нелюбова В.В., Данакин Н.С., Васнева В.А.** Опыт реализации концепции непрерывной подготовки специалистов «школа – вуз – предприятие» в области наносистем в строительном материаловедении ..... № 6. С. 25
- Талпа Б.В.** Перспективы развития минерально-сырьевой базы для производства светложгущейся стеновой керамики на Юге России. .... № 4. С. 20
- Цховребов Э.С., Величко Е.Г.** Вопросы охраны окружающей среды и здоровья человека в процессе обращения строительных материалов ..... № 5. С. 99
- Баталин Б.С., Красновских М.П.** Долговечность и термическая устойчивость пенополистирола . . . № 8. С. 64
- Бессонов И.В., Шигапов Р.И., Бабков В.В.** Теплоизоляционный пеногипс в малоэтажном строительстве ..... № 7. С. 9
- Бондарев Б.А., Бондарев А.Б., Сапрыкин Р.Ю., Корвяков Ф.Н.** Метод структурных диаграмм и виброползучесть полимерных композиционных материалов ..... № 7. С. 74
- Бондарев Б.А., Бондарев А.Б., Сапрыкин Р.Ю., Корвяков Ф.Н., Харчевников В.И.** Прогнозирование циклической долговечности железнодорожных шпал из древесно-стекловолоконистого композиционного материала. .... № 7. С. 78
- Борисенко Ю.Г., Ионов М.Ч., Казарян С.О., Гордиенко Е.В.** Щебеночно-мастичные асфальтобетоны, модифицированные высокодисперсными отсевами дробления керамзита и перлита . . . . № 1–2. С. 72
- Бурнашев А.И., Ашрапов А.Х., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К.** Структура и свойства модифицированного древесно-полимерного композита на основе поливинилхлорида ..... № 3. С. 104
- Вавренюк С.В., Огнев А.В., Самардак А.С., Вавренюк В.Г.** Возможность получения металлических покрытий по бетону ..... № 11. С. 41
- Вайсберг Л.А., Каменова Е.Е.** Исследование состава и физико-механических свойств вторичного щебня из дробленого бетона ..... № 6. С. 41
- Высоцкая М.А., Кузнецов Д.К., Барабаш Д.Е.** Особенности структурообразования битумо-минеральных композиций с применением пористого сырья. .... № 1–2. С. 68
- Гайтова А.Р., Ахмадулина И.И., Печенкина Т.В., Пудовкин А.Н., Недосеко И.В.** Наноструктурные аспекты гидратации и твердения гипсовых и гипсошлаковых композиций на основе двуводного гипса ..... № 1–2. С. 46
- Гайфуллин А.Р., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З.** Состав и структура камня композиционного гипсового вяжущего с известью и гибридной минеральной добавкой ..... № 7. С. 28
- Галенко А.А., Плешко М.В.** Керамическая плитка для внутренней облицовки стен с использованием техногенного сырья. .... № 4. С. 60
- Гаркави М.С., Артамонов А.В., Колодежная Е.В., Бурьянов А.Ф.** Композиционное ангидритшлаковое вяжущее центробежно-ударного измельчения . . . № 7. С. 16
- Глаголев Е.С., Лесовик Р.В., Клюев С.В., Богусевич В.А.** Деформативные свойства мелкозернистого бетона. .... № 1–2. С. 113
- Гнип И.Я., Вайткус С.И.** Гипотетическое значение деформации ползучести полистирольного пенопласта при постоянном сжимающем напряжении на основании начального экспериментального периода деформирования ..... № 4. С. 90
- Гнип И.Я., Вайткус С.И.** Деформируемость минераловатных плит при длительном сжатии ..... № 1–2. С. 98
- Гордина А.Ф., Полянских И.С., Токарев Ю.В., Бурьянов А.Ф., Сеньков С.А.** Водостойкие гипсовые материалы, модифицированные цементом, микрокремнеземом и наноструктурами ..... № 6. С. 35

\* В указатель не вошли статьи, опубликованные в данном номере. Содержание номера см. на с. 1.

- Горшков А.С., Грифельд Г.И., Мишин В.Е., Никифоров Е.С., Ватин Н.И.** Повышение теплотехнической однородности стен из ячеисто-бетонных изделий за счет использования в кладке полиуретанового клея. . . № 5. С. 57
- Гриневич А.В., Киселев А.А., Кузнецов Е.М., Бурьянов А.Ф., Ряшко А.И.** Гипсовое вяжущее из  $\alpha$ -CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O – отхода производства экстракционной фосфорной кислоты. . . № 7. С. 4
- Грызлов В.С., Фоменко А.И., Федорчук Н.М., Бусыгин Н.С., Тургумбаева Х.Х., Бейсекова Т.И., Лапшина И.З.** Электротермофосфорные шлаки как основа вяжущих композитов. . . № 10. С. 66
- Гурьева В.А., Прокофьева В.В.** Структурно-фазовые особенности строительной керамики на основе техногенного магнезиального сырья и низкосортных глин. . . № 4. С. 55
- Дамдинова Д.Р., Анчилов Н.Н., Павлов В.Е.** Пеностекла системы стеклобой – глина – гидроксид натрия: составы, структура и свойства. . . № 8. С. 38
- Деревянко В.Н., Чумак А.Г., Ваганов В.Е.** Влияние наночастиц на процессы гидратации полуводного гипса. . . № 7. С. 22
- Евгеньева А.Г.** Строительные материалы и технологии для восстановления автомобильных дорог Дальневосточного федерального округа после наводнения 2013 г. . . № 7. С. 70
- Елсуфьева М.С., Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф.** Применение расширяющихся добавок в сталефибробетоне. . . № 8. С. 60
- Ерохина Л.А., Грабаров А.С.** Состояние стен из легкого бетона при эксплуатации на Севере. . . № 8. С. 68
- Женжурист И.А.** Перспективные направления наномодифицирования в строительной керамике. . . № 4. С. 36
- Жерновский И.В., Осадчая М.С., Череватова А.В., Строкова В.В.** Алюмосиликатное наноструктурированное вяжущее на основе гранитного сырья. . . № 1–2. С. 38
- Жерновский И.В., Череватова А.В., Войтович Е.В., Ксенофонтов А.Д.** Жаростойкость композиционного вяжущего системы CaO–SO<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O. . . № 7. С. 57
- Зубёхин А.П., Верченко А.В., Галенко А.А.** Получение керамического гранита на основе цеолитсодержащих шихт. . . № 4. С. 52
- Зубёхин А.П., Верченко А.В., Яценко Н.Д.** Зависимость прочности керамогранита от фазового состава. . . № 8. С. 30
- Зубёхин А.П., Яценко Н.Д.** Теоретические основы инновационных технологий строительной керамики. . . № 1–2. С. 88
- Изряднова О.В., Яковлев Г.И., Полянских И.С., Фишер Х.-Б., Сеньков С.А.** Изменение морфологии кристаллогидратов при введении ультра- и нанодисперсных модификаторов структуры в гипсоцементно-пуццолановые вяжущие. . . № 7. С. 25
- Иноземцев А.С., Королев Е.В.** Структурообразование и свойства конструктивных высокопрочных легких бетонов с применением наномодификатора BisNanoActivus. . . № 1–2. С. 33
- Казьмина О.В., Душкина М.А., Верещагин В.И., Волланд С.Н.** Использование дисперсных отсеков строительных песков для получения пеностеклокристаллических материалов. . . № 1–2. С. 93
- Калашников В.И., Мороз М.Н., Тараканов О.В., Калашников Д.В., Суздальцев О.В.** Новые представления о механизме действия суперпластификаторов, совместно размолотых с цементом или минеральными породами. . . № 9. С. 70
- Кожухова М.И., Флорес-Виван И., Рао С., Строкова В.В., Соболев К.Г.** Комплексное силоксановое покрытие для супергидрофобизации бетонных поверхностей. . . № 3. С. 26
- Козлов Н.В., Панченко А.И., Бурьянов А.Ф., Соловьев В.Г.** Микроструктура гипсового вяжущего повышенной водостойкости. . . № 5. С. 72
- Константинова Н.И., Вебер К., Афанасьева Г.В., Норберт Ф.** Исследование пожарной безопасности гидротетрозащитных мембран для ограждающих конструкций. . . № 11. С. 21
- Королев Е.В.** Оценка концентрации первичных наноматериалов для модифицирования строительных композитов. . . № 6. С. 31
- Королев Е.В.** Термодинамическое условие сохранности слоя вяжущего вещества. . . № 10. С. 40
- Корочкин А.В.** Сдвигустойчивость асфальтобетонных слоев жесткой дорожной одежды. . . № 1–2. С. 65
- Котляр В.Д., Терёхина Ю.В., Котляр А.В.** Методика испытания камневидного сырья для производства стеновых керамических изделий компрессионного формования (в порядке обсуждения). . . № 4. С. 24
- Краснова Т.А., Батурич И.А.** Вопросы повышения качества поверхности железобетонных изделий. . . № 5. С. 25
- Кузнецов А.Н.** Опыт практического применения принципов бережливого производства на предприятии строительной индустрии. . . № 5. С. 65
- Лебедев М.С., Строкова В.В., Потапова И.Ю., Котлярский Э.В.** Влияние добавок низкокальциевой золы-уноса ТЭС на характеристики дорожного битумного вяжущего. . . № 11. С. 8
- Леонович С.Н., Полейко Н.Л.** Прочность сцепления арматуры с бетоном, содержащим добавку С-3 и ее модификации. . . № 3. С. 22
- Леонтьев Л.И., Шешуков О.Ю., Цепелев В.С., Михеенков М.А., Некрасов И.В., Егизарьян Д.К.** Технологические особенности переработки сталеплавильных шлаков в строительные материалы и изделия. . . № 10. С. 70
- Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Шекина А.Ю., Куприна А.А.** Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ. . . № 7. С. 82
- Логанина В.И., Кислицына С.Н., Жерновский И.В., Садовникова М.А.** Структура и свойства синтезированных алюмосиликатов. . . № 4. С. 87
- Луговой А.Н., Ковригин А.Г.** Композитные гибкие связи для трехслойных панелей. . . № 5. С. 22
- Лукаш А.А., Лукутцова Н.П.** Гофрокартонная плита – эффективный теплоизоляционный материал. . . № 10. С. 24
- Макридин Н.И., Максимова И.Н., Тамбовцева Е.А.** Сравнительный анализ механического поведения горных пород на диаграмме нагружения. . . № 10. С. 34
- Моргун В.Н., Курочка П.Н., Богатина А.Ю., Моргун Л.В., Кадошцева Е.Э.** Вопросы сцепления стержневой арматуры с бетоном и фибробетоном. . . № 8. С. 56
- Моргун В.Н., Моргун Л.В.** Структура межпоровых перегородок в пенобетонных смесях. . . № 4. С. 84
- Моргун В.Н., Моргун Л.В., Костыленко К.И.** Эволюция структуры дисперсной газовой фазы при изготовлении пенобетонной смеси. . . № 6. С. 15
- Морозова Н.Н., Кузнецова Г.В., Голосов А.К.** Влияние цементов разных производителей на свойства ячеисто-бетонной смеси автоклавного газобетона. . . № 5. С. 49
- Москалев О.Ю., Кокодеева Н.Е.** Учет слоя композита «геоэчейки+материал» при прогнозировании коэффициента вариации эквивалентного модуля упругости. . . № 11. С. 12

- Мухаметрахимов Р.Х., Изотов В.С.** Особенности процесса гидратации модифицированного смешанного вяжущего для фиброцементных плит . . . . . № 1–2. С. 116
- Наумов А.А., Трищенко И.В., Гуров Н.Г.** К вопросу улучшения качества и расширения ассортимента керамического кирпича для действующих заводов полусухого прессования. . . . . № 4. С. 17
- Некрасова С.А., Гаркави М.С., Булдыжова Е.Н.** Сухие строительные смеси на основе стабилизированного гипсового вяжущего. . . . . № 7. С. 32
- Нелюбова В.В., Строкова В.В., Алтынник Н.И.** Ячеистые композиты автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора. . . . . № 5. С. 44
- Несветаев Г.В., Кардунян Г.С.** О применении цементных бетонов для дорожных и аэродромных покрытий. . . . . № 3. С. 31
- Никитин А.И., Стороженко Г.И., Казанцева Л.К., Верещагин В.И.** Теплоизоляционные материалы и изделия на основе трепелов Потанинского месторождения. . . . . № 8. С. 34
- Носов А.В., Черных Т.Н., Крамар Л.Я.** Эффективность различных добавок-интенсификаторов при обжиге доломитов . . . . . № 6. С. 71
- Опарина Л.А.** Учет энергоемкости строительных материалов на разных стадиях жизненного цикла зданий. . . . . № 11. С. 44
- Орлов А.А., Черных Т.Н., Крамар Л.Я.** Стекломагнезиальные листы: проблемы производства, применения и перспективы развития. . . . . № 3. С. 48
- ПЕНОПЛЭКС СТЕНА®** в малоэтажном домостроении . . . . . № 6. С. 50
- Петропавловская В.Б., Бурьянов А.Ф., Новиченкова Т.Б., Яковлев Г.И.** Модифицированные гипсовые материалы конденсационного твердения . . . . . № 1–2. С. 42
- Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф., Фишер Х.-Б., Петропавловский К.С.** Самоармированные гипсовые композиты. . . . . № 7. С. 19
- Селяев В.П., Неверов В.А., Куприяшкина Л.И., Маштаев О.Г.** Природные и искусственные микрокремнеземы в качестве наполнителей вакуумных изоляционных панелей . . . . . № 10. С. 59
- Серебренникова Н.Д., Бояринов С.И., Федотов С.И., Афанасьева Г.В.** Влияние воздействия ультрафиолетового облучения и циклических воздействий температуры на долговечность полимерных микропористых материалов для строительства кровельных и стеновых конструкций . . . . . № 3. С. 53
- Скрипникова Н.К., Сазонова Н.А.** Прочность цементного камня на основе наноструктурированного вяжущего вещества . . . . . № 6. С. 38
- Соловьев В.Г., Бурьянов А.Ф., Елсуфьева М.С.** Особенности производства сталефибробетонных изделий и конструкций . . . . . № 3. С. 18
- Сорвачева Ю.А., Петрова Т.М., Гибсон К., Федченко А.А.** Влияние суперпластификаторов на основе поликарбоксилатов на щелочесиликатное расширение бетона . . . . . № 5. С. 15
- 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 . . . . . № 10. С. 74
- Старовойтова И.А., Хозин В.Г., Корженко А.А., Халикова Р.А., Зыкова Е.С.** Структурообразование в органо-неорганических связующих, модифицированных концентратами многослойных углеродных нанотрубок . . . . . № 1–2. С. 12
- Стенин А.А., Айзенштадт А.М., Шинкарук А.А., Демидов М.Л., Фролова М.А.** Минеральный модификатор поверхности для защиты строительных материалов из древесины. . . . . № 10. С. 51
- Степина И.В., Сидоров В.И., Кляченкова О.А.** Биостойкость древесины в присутствии фенилборатов . . . . . № 3. С. 102
- Столбоушкин А.Ю.** Влияние добавки волластонита на формирование структуры стеновых керамических материалов из техногенного и природного сырья. . . . . № 8. С. 13
- Столбоушкин А.Ю., Бердов Г.И., Зоря В.Н., Столбоушкина О.А., Пермяков А.А.** Влияние добавки ванадиевого шлака на процессы структурообразования стеновой керамики из техногенного сырья . . . . . № 3. С. 73
- Столбоушкин А.Ю., Иванов А.И., Дружинин С.В., Зоря В.Н., Злобин В.И.** Особенности поровой структуры стеновых керамических материалов на основе углеотходов . . . . . № 4. С. 46
- Столяров В.В., Немчинов Д.М.** Оптимизация числа полос движения на сети дорог национального и регионального значения на основе требуемого уровня надежности сети. . . . . № 11. С. 3
- Струков А.А., Кочетков А.В., Андронов С.Ю.** Применение ферментного стабилизатора «Дорзин» в дорожном строительстве. . . . . № 1–2. С. 80
- Сычева Л.И., Амелина Д.В.** Влияние термообработки на строительные-технические свойства продуктов дегидратации гипса . . . . . № 7. С. 49
- Трофимов Б.Я., Крамар Л.Я.** Деформации и стойкость бетона при циклическом замораживании . . . . . № 8. С. 46
- Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Бардаханов С.П.** Модифицированный бетон с нанодисперсными добавками . . . . . № 8. С. 52
- Ушеров-Маршак А.В.** Взгляд в будущее бетона . . . . . № 3. С. 4
- Ушков В.А., Невзоров Д.И., Булгаков Б.И., Лалаян В.М.** Влияние пластификаторов на пожарную опасность полимерных строительных материалов . . . . . № 3. С. 96
- Ушков В.А., Сокорева Е.В., Славин А.М., Орлова А.М.** Термостойкость и пожарная опасность строительных пенопластов на основе реакционноспособных олигомеров . . . . . № 11. С. 28
- Федосов С.В., Котлов В.Г., Алоян Р.М., Ясинский Ф.Н., Бочков М.В.** Моделирование теплопереноса в системе газ – твердое при нагельном соединении элементов деревянных конструкций. Часть 1. Общая физико-математическая постановка задачи . . . . . № 7. С. 86
- Федосов С.В., Котлов В.Г., Алоян Р.М., Ясинский Ф.Н., Бочков М.В.** Моделирование теплопереноса в системе газ – твердое при нагельном соединении элементов деревянных конструкций. Часть 2. Динамика полей температуры при произвольном законе изменения температуры воздушной среды . . . . . № 8. С. 73
- Федосов С.В., Котлов В.Г., Алоян Р.М., Ясинский Ф.Н., Бочков М.В.** Моделирование теплопереноса в системе газ – твердое при нагельном соединении элементов деревянных конструкций. Часть 3. Динамика и кинетика влагопереноса . . . . . № 9. С. 63
- Федосов С.В., Котлов В.Г., Алоян Р.М., Ясинский Ф.Н., Бочков М.В.** Моделирование теплопереноса в системе газ – твердое при нагельном соединении элементов деревянных конструкций. Часть 4. Моделирование и численная реализация процессов конденсации, испарения и массопроводности влаги . . . . . № 10. С. 44
- Фетисов Б.А.** Энерготехнологическая эффективность производства тонкодисперсной извести . . . . . № 9. С. 18
- Фомина А.С., Должникова Е.Е.** Модули упругости земляного полотна автомобильных дорог . . . . . № 11. С. 16



- Фомина Е.В., Кожухова Н.И., Пальшина Ю.В., Строкова В.В., Фомин А.Е.** Влияние механоактивации на размерные параметры алюмосиликатных пород ..... № 10. С. 28
- Хайруллин И.К.** Герметизирующие материалы в современном строительстве ..... № 5. С. 95
- Хозин В.Г., Хохряков О.В., Сибгатуллин И.Р., Гиззатуллин А.Р., Харченко И.Я.** Карбонатные цементы низкой водопотребности — зеленая альтернатива цементной индустрии России. .... № 5. С. 76
- Черноусов Н.Н., Черноусов Р.Н., Суханов А.В.** Моделирование механики работы мелкозернистого цементно-песчаного бетона при осевом растяжении ..... № 3. С. 40
- Чернышов Е.М., Славчева Г.С.** Управление эксплуатационной деформируемостью и трещиностойкостью макропористых (ячеистых) бетонов. Часть 1. Контекст проблемы и вопросы теории. .... № 1–2. С. 105
- Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г., Трифонова Т.А.** Поливинилацетатные связующие материалы, модифицированные алкоксисиланом ..... № 9. С. 52
- Эберхардтгайнер Д., Лахайн О.** Исследования наноденторами бетона, модифицированного углеродными нанотрубками ..... № 1–2. С. 21
- Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Полянский И.С., Сеньков С.А., Пудов И.А., Мохамед А.Е.** Бетон повышенной долговечности для производства опор линий электропередачи ..... № 5. С. 92
- Яковлев Г.И., Политаева А.И., Шайбадулина А.В., Гордина А.Ф., Абалтусова Т.А., Федорова Г.Д.** Устойчивость водных дисперсий многослойных углеродных нанотрубок ..... № 1–2. С. 8
- Яценко Н.Д., Зубехин А.П.** Научные основы инновационных технологий керамического кирпича и управление его свойствами в зависимости от химико-минералогического состава сырья ... № 4. С. 28
- Технологии, оборудование и приборы**
- «Алексеевская Керамика» (Россия).** Реконструкция завода ..... № 4. С. 66
- AIRCETE Europe.** Современные технологии и высокоинновационное оборудование для производства автоклавного газобетона ..... № 5. С. 48
- Construx** — ваш партнер по изготовлению форм для сборного бетона и опалубки на стройплощадке ..... № 5. С. 31
- EVG** представляет сеткосварочные машины высокого класса ..... № 5. С. 36
- LINGL: новое руководство** и новые сферы деятельности ..... № 8. С. 20
- SAVO — Wienerberger.** Проекты 2014. .... № 8. С. 22
- Бабков В.В., Дистанов Р.Ш., Ивлев В.А., Струговец И.Б., Нестеренко М.Э.** Применение арочных сталефибробетонных малопроектных строений в конструкциях насыпных мостов и возможности их усиления. .... № 1–2. С. 75
- Бабков В.В., Селиверстов С.Н., Юмагулов Р.А.** Опыт производства и применения железобетонных преднапряженных плит серии ПДН Холдинговой компании «БАШБЕТОН» в строительстве дорог Западной Сибири ..... № 3. С. 15
- Бастрыгина С.В., Герасимова Л.Г.** Тонкодисперсные отходы обогащения медно-никелевых руд — сырье для получения композиционных пигментов для лакокрасочных материалов ..... № 10. С. 78
- Богомолов О.В.** Опыт энергосбережения на промышленных предприятиях ..... № 5. С. 28
- Ветерове Х.** Инновационное производство гипса на GIPS AD ..... № 7. С. 36
- Галеев И.А.** Оптимизация производственного процесса изготовления силикатного кирпича на примере завода в Калуге ..... № 9. С. 31
- Герасимова Л.Г., Маслова М.В., Пак А.А., Сухорукова Р.Н.** Использование цветных наполнителей при изготовлении стеновых блоков из полистиролгазобетона ..... № 6. С. 18
- Евгеньева А.Г.** Особенности оценки асфальтобетонного материала для производства работ по технологии холодного ресайклинга. .... № 6. С. 54
- Ёрн Бёке.** Возможность снижения затрат на техническое обслуживание огнеупорных систем. .... № 4. С. 58
- Ерофеев В.Т., Коротаев С.А.** Каркасная технология обжигового материала с заполнителем на стеклообразном связующем. .... № 3. С. 88
- Ефременков В.В., Бабанин В.А.** ЗАО «СТРОМИЗМЕРИТЕЛЬ» — комплексный подход к проектированию, реконструкции и строительству предприятий по производству строительных материалов ..... № 6. С. 12
- ЗАО «Могилевский комбинат силикатных изделий».** .... № 5. С. 54
- Зуев В.И., Микалуцкий А.Е., Кожевников В.Д., Барский И.В.** Усовершенствование шахтных противоточных известеобжиговых печей ..... № 9. С. 8
- Износостойкая оснастка европейского уровня** от российского производителя. .... № 9. С. 36
- Казьмина О.В., Верещагин В.И.** Методологические принципы синтеза пеностеклокристаллических материалов по низкотемпературной технологии. ... № 8. С. 41
- Калашников В.И., Ерофеев В.Т., Мороз М.Н., Троянов И.Ю., Володин В.М., Суздальцев О.В.** Наногидросиликатные технологии в производстве бетонов. .... № 5. С. 88
- Компания MORTE (Испания)** представляет мощную машину ..... № 8. С. 24
- Корепанова В.Ф., Гринфельд Г.И.** Производство клинкерного кирпича на Никольском кирпичном заводе Группы ЛСР ..... № 4. С. 10
- Корнеев А.Д., Гончарова М.А., Шаталов Г.А.** Технология композитной черепицы с теплоизоляцией из наполненного пенополиуретана. .... № 3. С. 92
- Кузнецов В.Г., Новикова Т.Н., Кузнецов И.П., Кочетов Е.В.** Повышение эффективности использования горно-транспортного и технологического оборудования предприятий цветной металлургии на увлажненных липких материалах ..... № 1–2. С. 84
- Кузнецова Г.В., Нугманов Р.М.** Роль технологических факторов в формировании цвета силикатного цветного кирпича ..... № 9. С. 37
- Леонovich С.Н., Полейко Н.Л., Кураш Л.С.** Применение крупного заполнителя производства ОАО «Нерудпром» для приготовления бетона ... № 6. С. 63
- Лесовик Р.В., Сопин Д.М. Ильинская, Г.Г., Богусевич В.А., Гайнутдинов Р.М.** Электропрогрев бетонных смесей на композиционных вяжущих ..... № 10. С. 54
- Липилин А.Б., Коренюгина Н.В.** Дезинтегратор мокрого помола в производстве неавтоклавного пенобетона ..... № 6. С. 10
- Липилин А.Б., Коренюгина Н.В.** Ударно-центробежные мельницы в производстве строительной извести. . № 9. С. 25
- Лоскутов А.Б., Сапрыкин В.Н.** Комплекс оборудования ОАО «НИИпроектасбест» для производства заполнителей бетонных и растворов смесей. . № 10. С. 17
- Мамаев А.Н., Бойко О.В.** Модернизация шахтных пересыпных печей обжига известняка ..... № 9. С. 22

- Монастырев А.В.** Эффективные отечественные шахтные печи для обжига известняка фракции 30–120 мм. . . № 5. С. 83
- Нижегородов А.И.** Энергосберегающая технология обжига вермикулитовых конгломератов в электрических модульно-спусковых печах с «нулевым» неэлектрифицированным модулем. . . . . № 10. С. 20
- Новая производственная линия** итальянской компании Nordimpianti System SRL в Казахстане. . . № 5. С. 34
- Новая технология экструдирования** с новой системой уплотнения. . . . . № 5. С. 38
- Новое поколение кассетных форм** Weckenmann. . . № 5. С. 37
- Новый проект** компании «КЕЛЛЕР ХЦВ» (Германия) – вклад в защиту окружающей среды и рациональное использование ресурсов. . . . . № 8. С. 18
- Оборудование компаний** EBAWE и Echo Precast для модернизации производственной базы ГК «СУ-155». . . . . № 10. С. 14
- Первая в России линия** по производству клинкерного кирпича готова к промышленной эксплуатации. . . № 3. С. 68
- Производство фундаментных свай** на линии непрерывного формования при помощи слипформера от Echo Precast Engineering. . . . . № 5. С. 30
- Ройфе В.С.** Развитие методики неразрушающего контроля теплотехнического состояния ограждающих конструкций зданий. . . . . № 6. С. 60
- Рудаков О.Б., Хороходина Е.А., Чан Хай Данг.** Тонкослойная хроматография и цветометрия в контроле фенольного индекса отделочных строительных материалов. . . . . № 6. С. 66
- Сакович А.А., Кузьменков Д.М.** Получение из доломита и серной кислоты синтетического гипса и перекристаллизация его в  $\alpha$ -CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O в растворе сульфата магния. . . . . № 8. С. 80
- Самарин О.Д.** Расчет удельных теплопотерь через линейные теплотехнические неоднородности при использовании актуализированной редакции СНиП 23-02–2003. . . . . № 6. С. 58
- Сандуляк А.А., Ершова В.А., Сандуляк А.В., Сандуляк Д.А.** Магнитоконтроль ферропримесей полевого шпата: оценка фактора попутного вовлечения частиц. . . № 3. С. 107
- Свинарёв А.В., Глушков А.М., Тысячук В.Д., Куприна А.А.** Технологический модуль ТМ-25 для производства неавтоклавных фибропенобетонных изделий. . . . № 6. С. 4
- Сушка и обжиг** керамических изделий при прямой погрузке на печные вагонетки. . . . . № 3. С. 60
- Терёхина Ю.В., Котляр В.Д., Котляр А.В.** Применение инструментов управления качеством в производстве керамического кирпича. . . . . № 4. С. 41
- Федосов С.В., Красносельских Н.В., Коровин О.В., Соколов А.М.** Электротепловая обработка железобетонных изделий токами повышенной частоты в условиях малых предприятий. . . . . № 5. С. 8
- Фельбер А.** Различные технологии производства автоклавного газобетона. Преимущества и недостатки. . . . . № 6. С. 48
- Чернышева Н.В.** Использование техногенного сырья для повышения водостойкости композиционного гипсового вяжущего. . . . . № 7. С. 53
- Чернышов Е.М., Артамонова О.В., Славчева Г.С.** Концепции и основания технологий наномодифицирования структур строительных композитов. Часть 2. К проблеме концептуальных моделей наномодифицирования структуры. . . . . № 4. С. 73
- Шлегель И.Ф., Макаров С.Г.** Производство четырехсторонних пазогребневых блоков. . . . . № 6. С. 8
- Юмашева Е.И.** Уникальное техническое решение для реализации самого восточного инвестиционного проекта компании «КНАУФ». . . . . № 9. С. 42
- Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Керене Я., Полянских И.С., Пудов И.А., Хазеев Д.Р., Сеньков С.А.** Комплексная добавка на основе углеродных нанотрубок и микрокремнезема для модификации газосиликата автоклавного твердения. . . . . № 1–2. С. 3
- Конгрессы, семинары, выставки, юбилеи, информация**
- «ГРУППА ЛСР» реализует одиннадцатый проект с многолетним партнером – фирмой WECKENMANN. . . . . № 10. С. 12
- 2-я Международная Веймарская гипсовая конференция**. . . . . № 7. С. 14
- 70 лет институту «ЮжНИИстром»** – гвардия отрасли в строю! . . . . . № 8. С. 26
- Gebr. Pfeiffer SE** – 150 лет прогресса и традиций. . . № 9. С. 14
- KELLER H.C.W.** 55 лет работы под лозунгом: «Качество глины превыше всего!». . . . . № 11. С. 33
- MosBuild-2014** – 20 лет успеха. . . . . № 6. С. 46
- SibBuild**. . . . . № 4. С. 44
- Беляков А.В.** К 80-летию кафедр силикатного профиля РХТУ им. Д.И. Менделеева. . . . . № 1–2. С. 52
- Все строительные ресурсы России** – на специализированной электронной торговой площадке ESTP.RU. . . . . № 8. С. 28
- Выставка ВАТМАТ-2013** объединила ведущие выставочные экспозиции с INTERCLIMA+ELEC и IDEO BAIN и выиграла. . . . . № 1–2. С. 58
- Выставке «Отечественные строительные материалы» 15 лет**. . . . . № 3. С. 36
- Группа Предприятий SABO**. . . . . № 4. С. 34
- Деловая поездка** российских керамиков во Францию. . . . . № 1–2. С. 60
- Деловой вояж** производителей извести в Китай. . . № 7. С. 46
- Идеальный пол** – миф или реальность? . . . . . № 7. С. 34
- К 100-летию** Александра Матвеевича Иванова. . . № 7. С. 73
- Комбинат стеновых материалов** Кубани превысил проектную мощность. . . . . № 5. С. 40
- Кролевецкий Д.В.** Расширение группы компаний СИБЕЛКО в России: Воронежское рудоуправление. . . . . № 4. С. 14
- Нанотехнологии** для решения конкретных задач строительства. . . . . № 6. С. 22
- Национальное партнерство** Ассоциаций и Союзов предприятий промышленности строительных материалов расширяет свое участие в жизни отрасли. . . . . № 4. С. 32
- ОАО «НИИСтроммаш» 60 лет**. . . . . № 4. С. 4
- ОАО «Славянский кирпич»** празднует 20-летие. . . . № 4. С. 6
- Постоянно действующий семинар** «Физико-химические и математические аспекты строительного материаловедения и технологий» академика РААСН Сергея Викторовича Федосова – достойное продолжение традиции. . . . . № 3. С. 86
- Развитие керамической промышленности** России продолжается. В Ростове-на-Дону состоялась XII Международная научно-практическая конференция КЕРАМТЭК-2014. . . . . № 8. С. 4
- Самарский гипсовый комбинат: 70 лет успеха.** . . . № 7. С. 41
- Структурное усиление** железобетонных конструкций компании Sika. . . . . № 6. С. 52
- У высокотехнологичных решений** есть имя – Гренцебах. . . . . № 7. С. 43
- Юмашева Е.И.** Российская гипсовая отрасль вышла на европейский уровень технологии и качества. . . . . № 11. С. 36
- Юмашева Е.И., Сапачева Л.В.** Домостроительная индустрия и социальный заказ времени. . . . . № 10. С. 3



Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ  
Республики Татарстан

Центральный научно-исследовательский и проектный институт  
жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)

Объединенная редакция научно-технических журналов  
«Жилищное строительство» и «Строительные материалы»®



## V Международная научно-практическая конференция «Развитие крупнопанельного домостроения в России»

# InterConPan-2015

International Conference of Large-panel Construction

30 июня – 3 июля 2015 г.

Казань

### Тематика конференции:

- Состояние базы крупнопанельного домостроения в РФ
- Модернизация предприятий КПД
- Оборудование и технологии
- Современные бетоны, добавки и пигменты
- Проблемы тепловлажностной обработки изделий и конструкций
- Архитектурно-планировочные решения
- Качество и энергоэффективность полносборных зданий
- Расчет и конструирование узлов сборных элементов
- Новые решения фасадов
- Применение архитектурного бетона
- Проблемы армирования ЖБК и КПД
- Опыт строительства крупнопанельного жилья

### Программа конференции включает:

Пленарное заседание

#### Секции:

«Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»

«Гибкая технология предприятий ДСК и КПД»

**Круглый стол «Девелоперы о проблемах крупнопанельного домостроения»**

#### Посещение

Казанский ДСК

Жилой Комплекс «Светлая Долина»

**NEW!** ООО «Домкор Индустрия»  
и объекты строительства в г. Набережные Челны (3 июля)

#### Для гостей Казани:

30 июня – экскурсия в Казанский Кремль

1 июля – экскурсия на остров-град Свияжск

Спонсоры  
конференции:



Партнеры  
конференции:



К проведению конференции готовятся тематические номера журналов «Жилищное строительство» №5-2015 г. и «Строительные материалы»® №5-2015 г., в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 15.04.2015 г.

### Организационный комитет:

Телефон/факс: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08

E-mail: kpd-conf@mail.ru; mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3  
редакция журнала «Жилищное строительство»

# *Creating Solutions* для грубокерамической промышленности



Компании, принадлежащие группе КЕЛЛЕР: КЕЛЛЕР ХЦВ, морандо и Ритер построили ультрасовременный кирпичный завод БРАЕР в центральной части России, г. Обидимо Тульской области. Годовой выпуск завода, отвечающего современному техническому уровню и являющегося одним из крупнейших во всей России, составляет 105 млн. стандартного лицевого кирпича. В объём поставок входит всё необходимое для комплектации полностью автоматической линии по производству керамических лицевых кирпичей и строительных блоков технологическое оборудование: экструдер, автоматы-резчики, системы транспортировки кирпичей и паллет, роботы – садчики, туннельная сушилка, туннельная печь, устройства пересадки и упаковки. Благодаря высокой степени универсальности технологического оборудования возможен выпуск ассортимента керамических строительных материалов, соответствующих ГОСТ 530-2007. Кроме того, проектом предусмотрено использование в будущем таких новейших технологий, как плоскопараллельное шлифование и заполнение поризованных блоков изоляционным материалом.



## **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 улица, дом 1, строение 2, офис 2201  
127422 г. Москва • Россия

Телефон: +7 495 6462821 • Телефакс: +7 495 6462834

Email: [info@keller-hcw.ru](mailto:info@keller-hcw.ru) • [www.keller-hcw.ru](http://www.keller-hcw.ru)

[facebook](https://www.facebook.com/keller.hcw) [www.facebook.com/keller.hcw](https://www.facebook.com/keller.hcw)