

**Учредитель журнала:**  
ООО Рекламно-издательская  
фирма «Стройматериалы»

Журнал зарегистрирован  
Министерством РФ по делам  
печати, телерадиовещания  
и средств массовой информации  
ПИ №77-1989

**Главный редактор**  
ЮМАШЕВА Е.И.

**Редакционный совет:**  
РЕСИН В.И.  
(председатель)

БАРИНОВА Л.С.  
БУТКЕВИЧ Г.Р.  
ВАЙСБЕРГ Л.А.  
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.  
ВЕРЕЩАГИН В.И.

ГОНЧАРОВ Ю.А.  
ГОРИН В.М.  
ГРИДЧИН А.М.  
ЖУРАВЛЕВ А.А.  
КОВАЛЬ С.В.  
КОЗИНА В.Л.  
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.  
ЛЕСОВИК В.С.  
ПИЧУГИН А.П.  
РУДЫЧЕВ А.А.  
ФЕДОСОВ С.В.  
ФИЛИППОВ Е.В.  
ХИХЛУХА Л.В.  
ЧЕРНЫШОВ Е.М.  
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

**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

**Адрес редакции:**

Россия, 127434, Москва,  
Дмитровское ш., д. 9, корп. 3  
Тел./факс: (495) 976-22-08  
(495) 976-20-36  
Телефон: (926) 833-48-13  
E-mail: mail@rifsm.ru  
http://www.rifsm.ru

## Отрасль в современных экономических условиях

И.Г. ПОНОМАРЕВ, В.Б. ПОНОМАРЕВ

**Российский рынок минераловатной теплоизоляции и перспективы развития промышленности теплоизоляционных материалов в условиях кризиса** ..... 4

Р.З. РАХИМОВ, У.Х. МАГДЕЕВ, В.Н. ЯРМАКОВСКИЙ

**Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья** ..... 8

Н.Ю. ВАШЛАЕВА, С.В. ШАКЛЕИН

**Количественная оценка категориальности запасов месторождений общераспространенных полезных ископаемых Кемеровской области** ..... 12

Изложены принципы методики количественной оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров запасов месторождений строительного сырья Кемеровской области. Внедрение методики позволяет в полной мере реализовать нормативные требования действующей «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», а также более объективно оценить инвестиционную привлекательность геологических объектов и учесть уровень геологического риска при принятии решения по их освоению.

## Материалы и конструкции

В.А. ВОЙТОВИЧ, А.А. ЯВОРСКИЙ, В.В. МАРТОС

**Повышение эффективности технологии зимнего бетонирования с применением противоморозных добавок** ..... 14

Показан принцип действия противоморозных добавок и их классификация. Выделены условия бездефектности зимнего бетонирования. Представлен программный продукт «ПРОМД-ННГАСУ», который в автоматизированном режиме осуществляет выбор добавок противоморозного действия, пригодных по техническим параметрам, и делает экономическое сравнение вариантов.

Л.И. ХУДЯКОВА, О.В. ВОЙЛОШНИКОВ

**Строительные материалы на основе отходов горнодобывающей промышленности** ..... 16

Рассмотрена возможность использования отвальных пород при производстве композиционных вяжущих материалов и тяжелых бетонов на примере верлитов Йоко-Довыренского массива. Показано, что полученные материалы обладают хорошими физико-механическими показателями. Применение данного сырья позволит получить новые виды товарной продукции.

В.П. ЛУЗИН, В.А. АНТОНОВ, Л.П. ЛУЗИНА, Е.В. БЕЛЯЕВ, Е.Н. ПЕРМЯКОВ, Р.Р. САМИГУЛЛИН

**Эффективные строительные материалы с применением вулканического пепла** ..... 18

Проведено комплексное изучение вулканического пепла. Изучен вещественный состав, определены технические и технологические свойства пепла. Получены удовлетворяющие требованиям действующих ГОСТ строительные материалы на основе исходного необогащенного пепла и вяжущих веществ (гипса, извести, портландцемента) по безобжиговой технологии, а на основе сырьевой смеси пепел + глина по обжиговой технологии. Продукты обогащения пепла, представленные кусковой пемзой, пемзитом, кварцевым песком и зернистым плотным стеклом, имеют практическое значение и повышают значимость недр месторождения. Объект рассматривается в качестве перспективного для инвесторов как регионального, так и федерального уровня.

## Керамические строительные материалы

С.В. ФЕДОСОВ, Н.Н. ЕЛИН, В.Е. МИЗОНОВ, А.Н. ХУСАИНОВ

**Моделирование прогрева кирпичной садки произвольной внешней конфигурации** ..... 20

Предложена ячеечная математическая модель процесса прогрева кирпичной садки с произвольной внешней конфигурацией при меняющейся температуре греющего газа. Модель состоит из двухмерной цепи ячеек, перенос теплоты между которыми на каждом временном переходе описан переходной матрицей теплопроводности. Периферийные ячейки получают теплоту от греющего газа, что описано через функции источников в этих ячейках. Приведены результаты численных экспериментов. В частности, показано, что рациональная форма садки с точки зрения прогрева наиболее удаленной от поверхности точки зависит от неоднородности температуры газа в вертикальном направлении.

А.Г. БОНДАРЮК, В.Д. КОТЛЯР

**Фазовые преобразования при обжиге опок с карбонатными добавками при производстве стеновой керамики** ..... 24

Дана характеристика кремнисто-карбонатных опоквидных пород. Определены закономерности, связанные с увеличением прочности черепка при увеличении содержания карбонатной добавки до определенного предела. Установлен оптимальный интервал содержания карбонатного компонента. На искусственных шихтовых составах с различным содержанием карбонатной добавки изучены фазовые преобразования, происходящие при обжиге.

В.Д. КОТЛЯР

**Особенности прессования керамических порошков на основе опок при производстве стеновой керамики** ..... 28

На основании экспериментальных работ выявлены особенности прессования керамических порошков на основе опок различных литологических разностей. Результаты экспериментов показали, что свойства керамических порошков на основе опоквидных пород в значительной мере отличаются от глинистых порошков. Определены оптимальные интервалы влажности пресс-порошков и давления прессования для получения бездефектных изделий. Показаны основные причины возникновения дефектов прессования.

**Фирма Tecton GmbH Keramikanlagen представляет новейшие технологии на новом заводе фирмы LEIER в г. Петрованы (Словакия)** ..... 32

**Ceramitec-09. 11-я Международная выставка машин, оборудования и сырьевых материалов для керамической промышленности** ..... 34

## Материалы для дорожного строительства

А.П. ПИЧУГИН, В.А. ГРИШИНА, И.К. ЯЗИКОВ

**Физико-химические процессы в укрепленных грунтах** ..... 41

Показана возможность укрепления грунтов комплексными добавками, исследованы происходящие физико-химические процессы. В сочетании с цементом золы уноса играют роль активной гидравлической добавки. Взаимодействие между клинкерными материалами и водой приводит к образованию основной части цементирующего вещества и выделению свободной извести, которая взаимодействует с золой уноса и способствует образованию вторичных цементирующих новообразований. Отходы асбестоцементного производства в укрепляемых грунтах улучшают их физико-химические свойства и повышают прочность при сжатии и растяжении, их волокна выполняют роль дисперсного армирования.

Д.А. АЮПОВ, А.В. МУРАФА, Ю.Н. ХАКИМУЛЛИН

**Модификация дорожных битумов радиационными регенератами бутиловых резин** ..... 44

Отработана технология модификации дорожных битумов радиационными регенератами бутиловых резин. Изучены основные свойства полученных композиций. Выявлено влияние вида и степени облучения, а также типа вулканизации на конечные свойства композиции.

З.О. ГАЛЛЯМОВА, А.В. МУРАФА, В.Г. ХОЗИН

**Битумно-полимерные вяжущие в асфальтобетонах** ..... 46

Увеличение транспортного потока, учет климатических характеристик, а также бюджетные ограничения привели к интенсификации разработок по усовершенствованию модифицированных битумов для асфальтобетонов. Решение данной задачи выполнено модификацией дорожных битумов смесевыми термоэластопластами (ТЭП). Результаты испытаний асфальтобетонов на модифицированных вяжущих свидетельствуют о положительном эффекте использования ТЭП.

Р.В. ЛЕСОВИК

**Техногенный песок в дорожном строительстве** ..... 48

Новый этап в развитии и становлении дорожной сети России характеризуется переходом на создание сложных композитных конструкций дорожных одежд полифункционального значения. Снижение материалоемкости и себестоимости строительства подсобных, безусловно, дорогих инженерных сооружений до уровня традиционных конструкций возможно за счет применения местных сырьевых ресурсов, и в первую очередь техногенного сырья. Показана возможность применения техногенного песка для устройства оснований автомобильных дорог.

## Технологии и оборудование

В.Г. ЗВЕДГЕНИЗОВ, А.И. НИЖЕГОРДОВ

**Эффективность использования многомодульных модификаций электрических печей для обжига вермикулита** . . . 51

Приведены основные результаты исследований, подтверждающие возможность создания малоэнергоёмких конструкций электрических модульно-спусковых печей, и сформулированы задачи дальнейших исследований, направленные на повышение их надежности.

**Российская неделя сухих строительных смесей (Информация)** ..... 54

А.В. КОНОНОВ, В.М. КОНОНОВ

**О направленном разрушении блочного камня в строительном производстве** ..... 56

Статья посвящена вопросам снижения трудоемкости и объема буровых работ при добыче и разделке блочного камня шпуровым способом. Приведены конструкции бурового инструмента, позволяющего бурить ручным перфоратором указанные шпуры. Произведена ориентировочная оценка влияния профильных шпуров на усилие раскалывания забивными клиньями. Эксперименты по расколу гранитных образцов на прессе (скорость нагружения 0,001 м/с) показали, что при наличии в шпурах надрезов глубиной 2,8–3,2 мм усилие раскола снижается в 9–10 раз.

А.А. ТИТУНИН

**Снижение материальных затрат в производстве клееного бруса** ..... 59

Предложено использование маломерной древесины в производстве клееного бруса. Обоснована схема склеивания на основе теории золотого сечения. Дан сравнительный анализ основных затрат на производство клееного бруса из традиционного сырья и из маломерной древесины.

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, Е.В. РОМАНИЮК, И.А. ЧУГУНОВА, М.Н. ФЕДОРОВА

**Технико-экономические аспекты высокоэффективного обеспыливания зернистыми фильтровальными слоями** . . .62

Показаны преимущества фильтров с зернистыми слоями перед другими пылеулавливающими установками. Предложена методика оценки экономического ущерба при отказе предприятия от внедрения пылеочистных сооружений.

**Союз производителей керамзита и керамзитобетона разрабатывает антикризисную программу по эффективному использованию керамзита в современном индустриальном домостроении (Информация)** . . . . .65

**Результаты научных исследований**

Е.В. КОРОЛЕВ, А.Н. БОРМОТОВ, А.С. ИНОЗЕМЦЕВ, С.С. ИНОЗЕМЦЕВ

**Глетглицериновые строительные материалы для защиты от радиации** . . . . .69

Представлены результаты исследования влияния поверхностно-активных веществ, в частности сульфанола, удельной поверхности и степени наполнения оксида свинца на структурообразование и свойства глетглицериновых цементов. Определена оптимальная концентрация сульфанола для получения технологических смесей. Показано, что из глетглицериновых цементов можно получать глетглицериновые композиты с необходимыми радиационно-защитными свойствами.

И.Н. ТИХОМИРОВА, Т.В. СКОРИНА

**Влияние силикатного модуля жидкого стекла на свойства вяжущих материалов** . . . . .72

Приведена зависимость прочностных характеристик микроструктуры и фазового состава жидкостекольных композиций (ЖСК) от силикатного модуля натриевого жидкого стекла, изучены кинетические закономерности процессов твердения ЖСК. Показано, что в промышленном диапазоне увеличение модуля (от 2,2 до 3,1) приводит к снижению прочностных характеристик, повышению водопоглощения и пористости наполненной композиции. Методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) изучена микроструктура вяжущей системы.

Н.В. ЛИЧМАН

**Комплексное исследование золы ТЭЦ как наполнителя в серные композиционные материалы** . . . . .75

Показано, что на основе разработанного серозольного вяжущего можно изготавливать серные бетоны и искусственный щебень. Экспериментальный участок дороги, где вместо битума использовалось серозольное вяжущее, выдержал три сезона в условиях резкого перепада температур межсезонья без разрушений.

**КНАУФ: проектируя будущее! (Информация)** . . . . .78

С.А. НЕКРАСОВА

**Термодинамический анализ процесса старения гипсового вяжущего** . . . . .81

В настоящее время известно несколько способов изготовления гипсовых вяжущих, причем получаемые при этом вяжущие вещества различаются своим минеральным составом. При хранении готового гипсового вяжущего в различных влажностных условиях происходит изменение его свойств (удельной поверхности, сроков схватывания, прочности). В данной статье установлены основные термодинамические закономерности формирования структуры гипсового камня после процесса старения.

В.И. ВЕРЕЩАГИН, Р.Г. ДОЛОТОВА, Б.К. КАРА-САЛ

**Искусственный строительный камень древней крепости Пор-Бажин на озере Тере-Холь в Республике Тыва** . . . . .84

Методами РФА, термогравиметрии проведены исследования состава древнего материала стен крепости Пор-Бажин (середина VIII – середина IX в.) на озере Тере-Холь в Республике Тыва. Установлено, что строительный материал получен из кварц-полевошпатовых песков и обожженной извести. Результаты исследования позволяют воспроизвести технологию искусственного материала для реставрации крепости.

**Новости** . . . . .86



И.Г. ПОНОМАРЕВ, канд. техн. наук, генеральный директор ООО ИКФ «ИТКОР»;  
В.Б. ПОНОМАРЕВ, канд. техн. наук, зам. директора ОАО «Теплопроект» (Москва)

## Российский рынок минераловатной теплоизоляции и перспективы развития промышленности теплоизоляционных материалов в условиях кризиса

В данной работе минеральной ватой называется класс волокнистых минеральных утеплителей, включающий две разновидности: каменная вата, сырьем для производства которой служат магматические породы базальтовой группы (габбро, диабаз, базальт, амфиболит и т. д.), и стекловата, производимая из природного кварцевого песка или из отходов стекольной промышленности (стеклобоя).

В последние годы, несмотря на динамичный рост (в абсолютных показателях) использования в качестве утеплителей вспененных полимеров, минераловатная теплоизоляция продолжает доминировать на рынке (рис. 1).

Доля минеральной ваты в структуре потребления теплоизоляционных материалов как в предкризисный период, так и в течение последнего года не опускалась ниже 70%. Поэтому вопрос состояния рынка минеральной ваты – это, по существу, вопрос состояния рынка теплоизоляции в целом.

В 1998 г., то есть в год предыдущего кризиса, рынок теплоизоляции, так же как и большинство товарных рынков России, по всем признакам был дефицитным в силу следующих причин: неадекватность отечественной производственной базы уровню спроса; низкий средний уровень качества продукции; узкий ассортимент продукции; значительная доля импорта в структуре потребления.

Кризис 1998 г., нанеся ощутимый удар по экономике и потребительскому потенциалу населения, нес в себе и оздоровительное начало. «Лекарствами» для российской экономики стали естественное ограничение импорта в страну и возросший объем валютной выручки вследствие повышения ценовой конкурентоспособности российских товаров за рубежом. Наиболее восприимчивым к этим «лекарствам» оказался строительный комплекс, что стимулировалось тем инвестиционным статусом, который в условиях галопирующей инфляции приобрело вложение средств в строительство недвижимости как в частном, так и в корпоративном секторе [1], рис. 2.

Достаточно быстрый выход из неблагоприятной ситуации 1998–1999 гг., временный уход с внутреннего рынка зарубежных конкурентов и уверенное наращивание в последние годы объемов строительства вызвали у многих производителей строительных материалов и инвесторов эйфорию. Это было характерно для многих видов продукции строительного назначения, однако в сегменте теплоизоляции ситуация «подогревалась» нормативным ужесточением требований к приведенному термическому сопротивлению ограждающих конструкций (СНиП II-3–79\*, Изменение № 3). Началось неадекватное потребностям рынка наращивание производственных мощностей. Причем чем менее дефицитным становился рынок, тем интенсивнее шел этот процесс (рис. 3).

Рост рынка обеспечивался в основном крупными производителями качественной продукции, среди них наиболее сильные позиции занимают иностранные компании ROCKWOOL, PAROC, IZOMAT, ISOROC, URSA, ISOVER, KNAUF Insulation, которые организовали в России производства, а также отечественные предприятия, которые провели модернизацию существующих мощностей или построили новые технологические

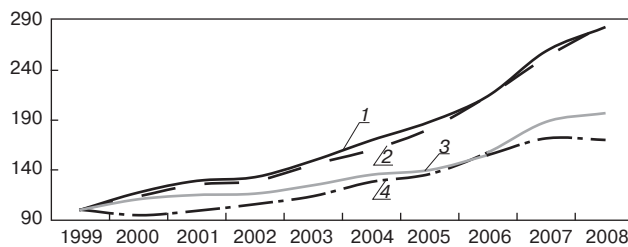


Рис. 2. Динамика индексов показателей инвестиционно-строительной деятельности и производства прочих неметаллических минеральных продуктов (производство строительных материалов) за 2000–2008 гг. (1999 г. – 100%, финансовые показатели в сопоставимых ценах): 1 – инвестиции в основной капитал; 2 – объем работ по виду деятельности «Строительство»; 3 – производство неметаллических минеральных продуктов; 4 – ввод в действие жилых домов

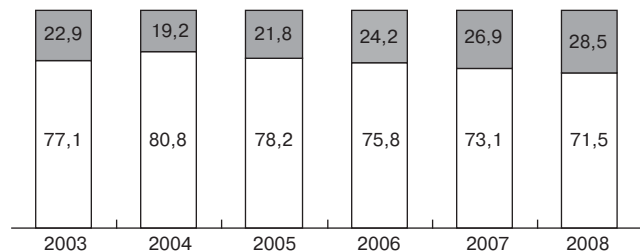


Рис. 1. Структура потребления теплоизоляционных материалов: □ – минеральная вата; ■ – вспененные полимеры

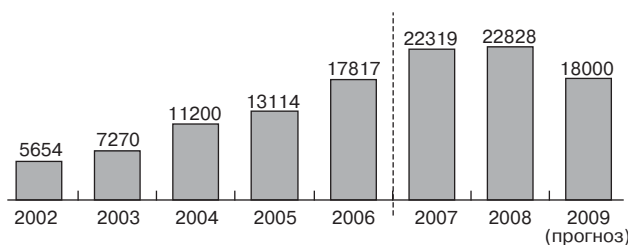


Рис. 3. Динамика производства минеральной ваты (тыс. м³)

линии: «Термостепс», «ТехноНИКОЛЬ», «ИЗОМИН», «АКСИ», «ТИЗОЛ», Хабаровский «БАЗАЛИТ», «ИЗОВОЛ» и др. Острая конкуренция ведущих производителей качественной продукции обуславливает высокую степень брендинга этого рынка.

На конец 2007 г., то есть еще до очевидного проявления кризиса в России, мощности по производству минеральной ваты в РФ даже с учетом полного импортозамещения превышали реальные потребности рынка более чем на 30%.

В настоящее время наряду с перечисленными крупными предприятиями в отрасли работает более 50 старых заводов по производству минераловатной теплоизоляции мощностью от нескольких тысяч до 40–50 тыс. м<sup>3</sup> продукции в год.

В связи с высокой инвестиционной емкостью производства стекловаты (35–40 млн евро на одну современную технологическую линию производительностью более 1 млн м<sup>3</sup> продукции) ввода новых мощностей в этом секторе ожидать не приходится.

Таким образом, если бы кризис миновал Россию, в настоящее время стали бы очевидными превышение предложения над спросом, недозагрузка мощностей, затоваривание, резкое обострение конкуренции.

Приход кризиса в Россию принято датировать серединой 2008 г., однако по поведению некоторых макроэкономических показателей можно видеть, что признаки наступления кризиса начали ощущаться уже в начале года (рис. 4).

Особенно это заметно по показателям инвестиций в основной капитал и объему работ по виду деятельности «Строительство». Для промышленности строительных материалов (кривая 1 на рис. 4) 2008 г. можно характеризовать как период постепенного «сползания» в кризис — до октября включительно, что справедливо и для рынка теплоизоляционных материалов. Гром грянул в ноябре: разница между показателями объемов производства и реализации продукции за октябрь и ноябрь была совершенно неожиданной как для производителей, так и для аналитиков.

По данным Росстата, в целом за 2008 г. индекс объема производства прочих неметаллических минеральных продуктов по сравнению с 2007 г. составил 99,1%, а в декабре 2008 г. по сравнению с соответствующим периодом 2007 г. — 78,3%.

Производство минеральной ваты в целом за 2008 г. возросло на 2,2%, в том числе каменной ваты на 4,4%, стекловаты — на 0,7%. При этом видимое потребление на рынке (производство + импорт-экспорт) сократилось на 6,1%, в том числе каменной ваты на 3,7%, стекловаты — на 8,1%. В натуральном выражении в 2008 г. произведено всех видов волокнистых утеплителей около 23 млн м<sup>3</sup>, в том числе минераловатных 9,87 млн м<sup>3</sup> (43,2%), стекловатных — 13 млн м<sup>3</sup> (56,8%), причем в стекловатной продукции преобладали легкие и сверхлегкие марки, вплоть до 9–11 кг/м<sup>3</sup>.

С началом 2009 г. ситуация резко обострилась. За первое полугодие 2009 г. произведено 7,78 млн м<sup>3</sup> волокнистой теплоизоляции (спад по сравнению с 1-м полугодием 2008 г. на 31,4%), в том числе минераловатных изделий 3,95 млн м<sup>3</sup> (спад на 12,6%) и стекловатных 3,83 млн м<sup>3</sup> (спад на 43,8%). Более стремительный спад производства стекловатной продукции (в 3,5 раза по сравнению с минераловатной) можно объяснить увлечением ведущих производителей сверхлегкими марками теплоизоляции. Учитывая, что коэффициент монтажного уплотнения материалов плотностью 11–20 кг/м<sup>3</sup> составляет от 4 до 2,5, толщину такой стекловаты надо соответственно этому коэффициенту увеличивать, что существенно повышает расходы.

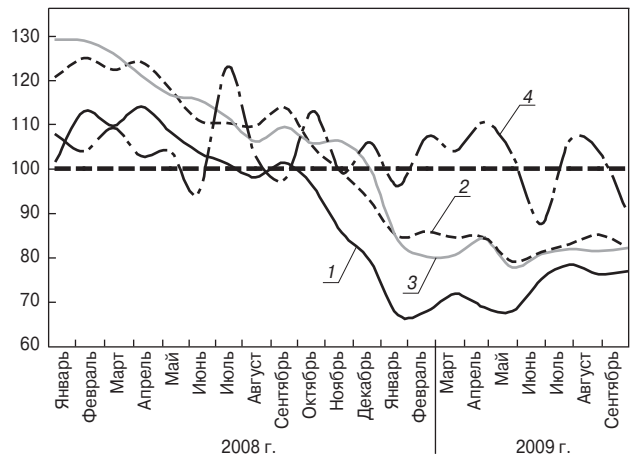


Рис. 4. Динамика основных показателей инвестиционно-строительной деятельности в России в 2008–2009 гг. (в % к соответствующему периоду предыдущего года; финансовые показатели в сопоставимых ценах): 1 — производство прочих неметаллических минеральных продуктов; 2 — инвестиции в основной капитал; 3 — объем работ по виду деятельности «Строительство»; 4 — ввод в действие жилых домов

Показатели видимого потребления (рис. 5), в силу существенного сокращения объемов ввоза по импорту, оказались еще хуже: в целом по минеральной вате 38%, по каменной вате 17,6%, по стекловате 53%.

3-й квартал, на который традиционно приходится пик потребления строительных материалов, принес некоторые позитивные изменения: видимое потребление минеральной ваты, составив 83% по отношению к аналогичному периоду прошлого года, возросло по сравнению со 2-м кварталом в 1,43 раза. В 2008 г. это соотношение составило 1,1 раза. Такая разница объясняется обрушением рынка в начале года.

Кризис вызвал ряд структурных изменений рынка минераловатной теплоизоляции. Первое — соотношение между объемами производства и потребления продукции. До 2008 г. чистый импорт (импорт за вычетом экспорта) минеральной ваты имел знак «+», то есть сальдо внешнеторговых поставок складывалось в пользу импорта. По этой причине потребление всегда было больше, чем объем внутреннего производства. Начиная с 2008 г. экспорт превалирует над импортом, в результате чего в 2008 г., например, видимое потребление оказалось на 1,4% меньше объема производства, а объем фактического потребления — еще меньше (94,6% объема производства). В 2009 г. ситуация сохранилась.

Второе изменение связано с ощутимой флуктуацией соотношения объемов каменной ваты и стекловаты, причем флуктуация заметна как в производстве, так и в потреблении (рис. 6). До 2008 г. включительно как в производстве, так и в потреблении доминировала стекловата; начиная с 2009 г. ситуация изменилась, что особенно отразилось на структуре потребления.

Возвращаясь к количественным изменениям, проследившим на рынке в течение последних месяцев,

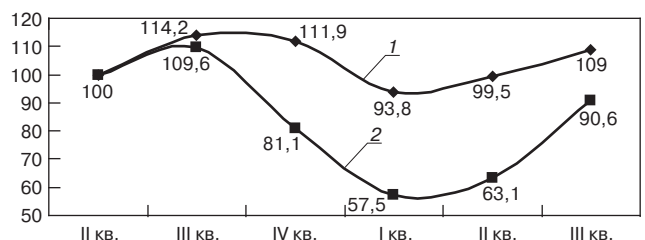


Рис. 5. Динамика потребления минеральной ваты в РФ в 2007–2009 гг., % (II квартал 2007 г. = 100%): 1 — 2007–2008 гг.; 2 — 2008–2009 гг.

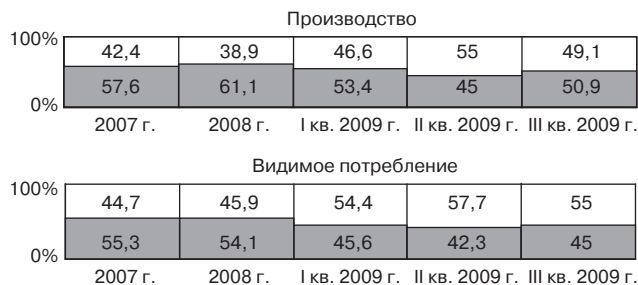


Рис. 6. Соотношение между каменной ватой и стекловатой в производстве и потреблении (тыс. м<sup>3</sup>): □ – каменная вата; ■ – стекловата

сложно уйти от вопроса: являются ли позитивные изменения последнего квартала свидетельством того, что негативные тенденции переломлены, и, как заявили руководители некоторых ключевых министерств, кризис для России закончился?

В таблице представлены три варианта прогноза объема потребления минеральной ваты на период до 2012 г., сделанные экспертами ИФК «ИТКОР». Первые два из них формализованные, то есть рассчитанные на основе математической модели, третий – «ручной».

Первый вариант был подготовлен в июле 2009 г. и предполагал примерно 10% падение объема потребления в 2009 г. с последующим затяжным выходом из кризиса. Второй вариант (ноябрь 2009 г.), несмотря на значительно худшую ситуацию в 2009 г. по сравнению с прогнозирувавшейся, предусматривает гораздо более энергичную релаксацию. Столь существенная разница между двумя прогнозами, разделенными по времени всего четырьмя месяцами, объясняется методологией прогнозирования.

Дело в том, что модель работает по принципу экстраполяции не абсолютного, а удельного потребления материала (продукта), то есть потребления на единицу инвестиций в основной капитал. Для расчета этого параметра на перспективу необходимы данные о фактическом абсолютном потреблении в течение ретроспективного периода и объема инвестиций в основной капитал как за ретроспективный, так и за прогнозируемый период. Объемы инвестиций в основной капитал на среднесрочную перспективу прогнозируются Минэкономразвития [1] и обновляются ежеквартально. Именно этот прогноз служит исходной информацией для используемой математической модели.

Последний (действующий) прогноз объемов инвестиций в основной капитал, использовавшийся нами в прогнозе состояния рынка минеральной ваты, исходит, на наш взгляд, из чрезмерно оптимистичной оценки развития макроэкономической ситуации в РФ и в мире.

Третий вариант опирается исключительно на интуицию экспертов. Какой из них ближе к истине, покажет время.

Очевидно, что после кризиса выживут только те предприятия, которые будут выпускать высококачественную и конкурентоспособную продукцию, а также рационально выстроят маркетинговую политику.

Основной массе российских предприятий необходимо осуществить ряд мер по повышению качества продукции, снижению ее себестоимости, расширению ассортимента.

С этой целью целесообразно полностью перевести производство минеральной ваты на шихту из горных пород габбро-базальтовой группы. Однако это не всегда возможно при наличии на предприятии плавильного агрегата устаревшей конструкции.

В настоящее время линии по производству минераловатных изделий оснащаются коксовыми вагранками, ванными пламенными печами и электропечами. В производстве стекловолокна используют ванны печи на газе или жидком топливе, а в производстве тонкого базальтового и супертонкого волокна – газовые, газозлектрические печи и электропечи с графитовыми или молибденовыми электродами или индукционные электропечи. Как правило, выбор плавильного оборудования зависит от доступности энергоносителей в регионе. Хорошая перспектива у ванных газовых печей, так как их эксплуатация обходится гораздо дешевле по сравнению с вагранками и электропечами. Расчеты Теплопроекта показывают, что даже при увеличении стоимости природного газа до европейского уровня удельные затраты на топливо в ванной печи будут в 4–5 раз меньше, чем в вагранке, даже при условии, что стоимость кокса останется на нынешнем уровне.

Следующее направление работы – повышение качества синтетического связующего, выпускаемого отечественными предприятиями, до мирового уровня и разработка новых более экологически безопасных связующих. Проблема низкого качества смол, производимых российскими предприятиями, – одна из наиболее актуальных в настоящее время. Практически все известные виды связующих, применяемые в отечественной промышленности, были разработаны 25–30 лет назад, когда к минераловатным утеплителям предъявлялись менее жесткие требования по долговечности и экологической безопасности, так как применялись они в основном для теплоизоляции трубопроводов.

Один из путей повышения качества и расширения номенклатуры волокнистых материалов – совершенствование способов переработки расплава в волокно, разработка и внедрение современных камер тепловой обработки. Широко распространенным в России способом переработки минеральных расплавов в волокно является центробежно-дутьевой способ. К сожалению, этот способ не позволяет получить волокно нужного качества. Диаметр волокна составляет 8–12 мкм. Расход пара на центробежно-дутьевых центрифугах достигает 1,5–2 т/ч на одну центрифугу.

Ведущие отечественные и мировые фирмы производят вату на многовалковых центрифугах, позволяющих снизить диаметр волокна до 4–6 мкм, что позволяет получать утеплитель более высокого качества. Кроме того, при использовании новых способов переработки волокна заметно уменьшаются потери расплава с неволокнистыми включениями и исключается применение пара.

В качестве одной из антикризисных мер можно предложить утилизацию волокнистых отходов (брака, обрезки, очесов) не переплавкой, а путем изготовления минераловатных плит повышенной жесткости плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> из гидромассы. Таких отходов от современной технологической линии образуется до 10 тыс. м<sup>3</sup> в год. На такую производительность рассчитана малогабаритная технологическая линия (длинной около 30 м и шириной конвейера 1 м), состоящая

Прогнозы объемов потребления минеральной ваты (млн м<sup>3</sup>)

Вариант	Отчет		Прогноз			
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I	24	22,5	20,4	20,9	22,5	25
II	24	22,5	16,5	21,4	23,4	26,3
III	24	22,5	16,5	18	20,5	22,4

из измельчителя, гидросмесителя, узла формирования с вакуумированием, камеры тепловой обработки и узлов продольной и поперечной резки. Линия выпускается одним из отечественных машиностроительных предприятий.

Техническому перевооружению и повышению качества продукции отечественных производителей должна способствовать и новая редакция ГОСТ 9573–96, которая приведет требования стандарта десятилетней давности в соответствие с современными требованиями строительного комплекса в части обеспечения эффективной тепловой изоляцией. В новой редакции предусмотрено расширение номенклатуры и марочности плит для дифференцированного применения их при изоляции объектов различного назначения; введение показателей качества, характеризующих продукцию строительного назначения, в том числе полноты полимеризации (поликонденсации) связующего, предела прочности на отрыв слоев, паропроницаемости; стандартизации новых методик, в частности ускоренного определения сорбционной влажности минераловатных плит и др.

Таким образом, вооружившись знаниями в области технологии, маркетинга и экономики, предприятия промышленности минераловатной теплоизоляции имеют шансы преодолеть очередной кризис экономики и успешно развиваться в будущем.

**Ключевые слова:** минераловатная теплоизоляция, ограждающие конструкции, стекловата.

#### Литература

1. Пономарев И.Г. Российский строительный комплекс в условиях кризиса // Строит. материалы. 2009. № 8. С. 4–8.

Информационно-консалтинговая фирма

«ИТКОР»

при поддержке журнала  
«Строительные материалы»®



СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ®

приглашает на конференцию  
**«Строительство и промышленность  
строительных материалов в цифрах и фактах:  
итоги 2009 года, перспективы 2010 года».**

**18 февраля 2010 г.**

**Москва**

В программе:

- Итоги работы строительного комплекса России в 2009 г.
- Российский рынок цемента
- Проблемы и перспективы гипсовой отрасли
- Производство и потребление высококачественного щебня
- Состояние и перспективы развития рынка стеновых материалов
- Рынок теплоизоляции в свете изменения законодательства в области энергосбережения
- Количественные и качественные изменения на рынке мягких кровельных материалов
- Российский рынок сухих строительных смесей

Конференция ориентирована на руководителей предприятий – производителей строительных материалов, представителей финансово-инвестиционных структур, строительных организаций.

Заявки на участие в конференции необходимо направить до 31 января 2010 г.

**Тел./факс: (495)232-47-56, (499)143-69-23**  
ikf-itcor@ikf-itcor.ru, itkor@mail.ru, http://www.ikf-itcor.ru



СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ®

Российская академия естественных наук  
Новосибирский государственный аграрный университет  
Сибирский НИИ строительных материалов и новых технологий  
научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы»®

В рамках Международной выставки «СТРОЙСИБ-2010»

## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ»

**4 февраля 2010 г.**

**Новосибирск**

#### Тематика конференции:

- ◆ теоретические и методологические вопросы экологии строительных материалов
- ◆ физико-химические процессы при получении материалов и изделий из отходов и местного сырья
- ◆ ресурсосберегающие технологии в использовании отходов и получении экологически чистых материалов
- ◆ новые конструктивные и технологические решения при применении материалов и изделий
- ◆ экономико-организационные вопросы внедрения новых экологически чистых материалов в строительстве
- ◆ нормативно-правовая база и обеспечение качества материалов и изделий в строительстве

Все материалы, представленные для докладов, будут опубликованы в сборнике научных трудов конференции. Лучшие из них по рекомендации жюри будут опубликованы в журнале «Строительные материалы»®.

Оргкомитет:

**Тел./факс: (383) 267-12-54**

**E-mail: gmu@ nsau.edu.ru, nadi-ara@mail.ru**

УДК 502.12:691

Р.З. РАХИМОВ, д-р техн. наук, член.-корр. РААСН,  
У.Х. МАГДЕЕВ, д-р техн. наук, академик РААСН,  
В.Н. ЯРМАКОВСКИЙ, канд. техн. наук, советник РААСН  
(Российская академия архитектуры и строительных наук)

## Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья

*Всему свое время, и время всякой вещи под небом... время разрушать,  
и время строить... время разбрасывать камни, и время собирать камни...*

Экклезиаст

*Хозяйский глаз важнее всего.  
Плиний Старший*

Развитие земной цивилизации в конце XX в. сопровождалось осознанием мировым сообществом того, что человечество подошло к пределам роста, при котором способ его существования вошел в противоречие с породившей человека планетой Земля [1]. Человеческая деятельность тысячелетиями направленная на непрерывное увеличение производственной деятельности и изъятие природных ресурсов сопровождалась загрязнением окружающей среды, приведшее к мировым проблемам, среди которых [2–4]:

- глобальное потепление климата, сопровождающееся увеличением числа и разрушительных последствий природных катаклизмов;
- ослабление озонового слоя и увеличение притока ультрафиолетовых лучей на поверхность Земли;
- усиление смогов над крупными городами с 50% мирового населения;
- ежегодный слив в водный бассейн более 500 млрд т промышленных и бытовых отходов, приводящее к загрязнению около 70% рек и 20% поверхности Мирового океана;
- ежегодное извлечение из недр Земли около 4 млрд м<sup>3</sup> горных пород с образованием 97–99% отходов их добычи и переработки;
- ежегодное образование до 50 т отходов на жителя планеты;
- потеря за последние 100 лет из-за эрозии половины плодородных земель;
- рост заболеваемости населения;
- в конце XX в. ежегодно исчезало от 5 до 150 тыс. биологических видов;
- годовой экономический ущерб от загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления составляет 10% ВВП;
- за последние сто лет потеряна половина посевных площадей и пастбищных угодий.

Академик В.И. Вернадский в свое время предсказал два фундаментальных момента в эволюции жизни на планете Земля при непосредственном влиянии одного биологического вида – человека разумного. Один из них – эволюционный переход из биосферы в ноосферу (сферу разума).

Анализ последствий возрастающей антропогенной нагрузки на окружающую среду в конце XX в. привел к пересмотру стратегии развития земной цивилизации. В 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Всемирном саммите ООН по окружающей среде была принята «Повестка дня на XXI век», в которой на смену безграничному научно-техническому прогрессу в развитии цивилизации заложена концепция устойчивого развития. В ее основе принципы ресурсосбе-

режения и защиты окружающей среды. Эти принципы стали закладываться в основу национальных экономических программ многих стран, в том числе и России.

В 1996 г. указом Президента РФ утверждена Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Приняты федеральная целевая программа «Отходы», Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», Закон «О государственной экологической экспертизе». За последние годы в нашей стране отмечается снижение выбросов побочных продуктов производства в окружающую среду, в частности снижение выбросов диоксида серы снизилось на 40%. Вместе с тем загрязнение окружающей среды является одной из актуальнейших проблем нашей страны:

- на свалках, полигонах и в хранилищах скопилось до 100 млрд т отходов, из которых 1,4 млрд т токсичные;
- ежегодно используется около 10 млрд минеральных и почти столько же органических сырьевых продуктов;
- по разным источникам, утилизируется от 5 до 28% общего объема отходов;
- из 1037 городов только 19% имеют благополучную или удовлетворительную экологическую обстановку;
- ежегодный выброс отходов в атмосферу 37 млн т;
- ежегодное поступление в водные бассейны 10 км<sup>3</sup> загрязненных сточных вод;
- ежегодный выброс в окружающую среду от 130 до 150 млн т токсичных отходов;
- ежегодно для складирования твердых отходов промышленных предприятий выделяется более 2000 га.

В январе 2008 г. при рассмотрении этой проблемы на заседании Совета безопасности Российской Федерации по вопросам экологии Президент РФ Д.А. Медведев предложил создать в стране новую отрасль индустрии – отходоперерабатывающую. Актуальность этого предложения очевидна не только с позиций решения экологических проблем, но и с позиций обеспечения сырьевыми ресурсами развития строительной индустрии, которая потребляет до 50% общего объема добываемых природных ресурсов и на которую в структуре грузоперевозок приходится 25%.

Проектом долгосрочной стратегии развития производства строительных материалов и конструкций [5] предполагается к 2020 г. увеличить производство:

- цемента с 51 до 194 млн т;
- стеновых материалов с 13 до 62 млрд шт;
- нерудных материалов с 0,16 до 1,38 млрд м<sup>3</sup>.

Учитывая и программу развития дорожного строительства страны, можно считать, что потребности строительной индустрии в сырьевых ресурсах в целом возрастут в 5–7 раз.



Исходя из учета потенциального развития и других отраслей хозяйства можно представить проблему возможных объемов изъятия природных сырьевых ресурсов и степень губительного последствия для среды обитания при соответствующих объемах выбросов и накопления отходов. Но как известно, отходы, с одной стороны, могут быть тяжелым бременем страны, а с другой – огромным богатством, если ими распорядиться по-хозяйски.

По прогнозу группы экспертов ООН во главе с В. Леонтьевым уже в 1-й половине XXI в. до 55% потребностей в природном сырье будут восполняться промышленными отходами [6]. Известно, что использование 1% отходов позволяет экономить 2% инвестиций в сырьевой комплекс. Рациональное использование отходов позволяет покрыть потребности строительной индустрии в сырьевых ресурсах до 50% и до 30% сократить затраты на производство строительных материалов [7]. Это становится особенно актуальным с позиций тревожной ситуации безудержного роста стоимости строительных материалов. В частности, на конференции «Инновации в строительной индустрии», проведенной в рамках III Международного конгресса в октябре 2008 г. в Москве, отмечалось, что стоимость строительных материалов в себестоимости строительной продукции в последнее время поднялась с 45 до 63%. Ресурсо- и энергопотребление на единицу валового национального продукта в нашей стране в 2–3 раза выше, чем в странах Западной Европы и США, и в 5–6 раз выше, чем в Японии [4]. Это определяет потенциальные возможности и нашей страны в ресурсо- и энергосбережении.

Одним из эффективных направлений решения этих проблем является повышение объемов использования отходов промышленности. Сырье из отходов в 2–4 раза дешевле, чем природное; расход топлива при использовании отдельных видов отходов в производстве строительных материалов снижается на 10–40%, а удельные капиталовложения на 30–50%. Учитывая становление страны на инновационный путь развития, повышение объемов использования отходов в производстве строительных материалов должно идти на основе инноваций на базе научных разработок. Использование отходов в производстве строительных материалов имеет десятилетиящую историю начиная с производства сырцового кирпича, когда в него стали добавлять отходы потребления для повышения водостойкости и солему для повышения прочности при изгибе. С техническим развитием общества, и особенно начиная с эпохи промышленной революции, росли номенклатура строительных материалов и номенклатура отходов, используемых при их производстве. С развитием металлургического производства с начала XIV столетия во многих странах накапливались значительные отвалы шлаков. Измельченный доменный шлак стал использоваться в качестве добавки в строительный раствор с 1737 г. [9]. На основе научных разработок А.А. Байкова и Н.А. Белелюбского на рубеже XIX и XX вв. к 1915 г. в России уже действовало три завода по производству шлакопортландцемента.

Результаты научных исследований по использованию отходов в производстве строительных материалов стали обязательным атрибутом в учебниках «Строительные материалы» изданий первой половины прошлого века.

Но особенно бурное развитие научные исследования по использованию отходов в производстве строительных материалов получили со второй половины XX столетия.

Научные достижения привели к развитию разработок: смешанных вяжущих с активными минеральными добавками и наполнителями совместного и раздельного помола (школа А.В. Волженского); научных основ комплексного использования минерального сырья в

производстве широкой номенклатуры строительных материалов, включая строительную керамику и автоклавные материалы (школа П.И. Баженова, труды В.В. Прокофьевой); грунтосиликатов и шлакощелочных вяжущих и бетонов на их основе (школа В.Д. Глуховского), асфальтобетонов с наполнителями из отходов промышленности (школа И.А. Рыбьева). Школой НИИЖБа на основании многочисленных разработок издаются рекомендации по применению зол, шлаков и золошлаковых смесей ТЭС, металлургических шлаков в бетонах и строительных растворах. Значительное внимание по использованию отходов промышленности в производстве строительных материалов уделяется Академией строительства и архитектуры СССР. Уральским филиалом в 1962 г. издается большая монография «Металлургические шлаки и применение их в строительстве».

Нет другой такой отрасли, которую можно было бы сравнить с горнодобывающей по силе негативного воздействия на экосистемы. Попутные продукты добычи и переработки этой отрасли составляют более 80% из около 100 млрд т накопленных в стране промышленных отходов, из которых около 5 млрд м<sup>3</sup> – отходы добычи нерудных строительных материалов. Исследованиями различных научных школ показана эффективность использования попутных продуктов большинства горнодобывающих и обогащательных комбинатов страны – Днепропетровского, Криворожского, Ковдорского, Костомукшского и др. Крупнейший производитель техногенных продуктов этой отрасли в районе Курской магнитной аномалии. Систематические исследования по использованию этих продуктов в производстве широкой номенклатуры строительных материалов, проведенные научными школами БГТУ им. В.Г. Шухова и Воронежского ГАСУ, позволили получить особенно весомые достижения в части научного обоснования эффективного использования попутных продуктов горнодобывающей промышленности в качестве сырьевых компонентов: вяжущих, керамических материалов; тяжелых, автоклавных и неавтоклавных ячеистых бетонов, асфальтобетонов, мелкозернистых бетонов [10–12] (научные школы Е.М. Чернышева, В.С. Лесовика, В.В. Ядыкиной, Ю.И. Гончарова, А.М. Гридчина, Ш.М. Рахимбаева). Среди этих разработок особое место занимают работы В.С. Лесовика и В.В. Строковой по оценке качества техногенного сырья и повышению эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород.

Преобладающей основой разработок состава строительных материалов в последней четверти XX в. стали принципы многокомпонентности и повышенной дисперсности, вплоть до наноразмерности отдельных компонентов. Развитие научными школами НИИЖБ, МГСУ, НИИЦемента разработок композиционных, тонкомолотых многокомпонентных, низкой водопотребности вяжущих; многокомпонентных бетонов, теории формирования и прогнозирования свойств бетонных смесей и бетонов с техногенными отходами [13–17] стало новым этапом научного обоснования расширения применения вторичного сырья в производстве строительных материалов. Среди последних работ в этом направлении монография Ю.М. Баженова и ученых пензенской школы В.И. Калашникова и В.С. Демьяновой «Модифицированные высококачественные бетоны», в которой обоснована возможность расширения эффективного использования ультрадисперсных наполнителей из различных отходов промышленности в формировании свойств вяжущих и бетонов. Отдельным достижением является развитие представлений о ранговости пористости и повышении прочности цементного камня при использовании ультрадисперсных наполнителей и роли демпфирующих наполнителей из отходов в повы-

шении трещиностойкости бетона в работах П.Г. Комохова и уфимской школы В.В. Бабкова [18,19].

Повсеместно распространенной разновидностью отходов являются шламы, образующиеся в виде осадков реагентной обработки водных растворов и стоков предприятий химии, нефтехимии, металлургии, машиностроения, энергетики и других отраслей. В первой четверти второй половины XX в. ленинградской школы П.И. Баженова были разработаны научные основы использования нефелиновых шламов в производстве широкой номенклатуры строительных материалов [20]. Учеными самарской научной школы Т.Б. Арбузовой, Н.Г. Чумаченко, С.Ф. Кореньковой, А.И. Хлыстова, В.В. Абдрахимова разработаны научные основы использования шламов широкой разновидности при получении: алюминатных цементов, огнеупорных заполнителей, керамических материалов; обычных, расширяющихся и жаростойких бетонов и растворов [21, 22].

Научными достижениями в части разработки жаростойких тяжелых и легких бетонов и растворов являются также работы пензенской научной школы В.И. Калашникова, радиационно-защитных композитов – пензенской школы А.П. Прошина и Е.В. Королева.

Одной из самых многотоннажных разновидностей промышленных отходов являются отходы угледобычи и обогащения, золы и шлаки тепловых электростанций. Научные достижения по использованию их в производстве строительных материалов пополнились разработками: московских школ А.Г. Комара, Ю.М. Горлова, самарской научной школы (В.П. Петров) и новосибирской (В.Ф. Завадский) в производстве пористых заполнителей; научных школ МГСУ (Б.М. Румянцев), Воронежа (В.П. Ярцев), Новосибирска (В.И. Белан), Барнаула (Г.И. Овчинников, В.К. Козлова), Новокузнецка (С.И. Павленко) в производстве композиционных вяжущих и бетонов.

В стране скопилось более 1 млрд м<sup>3</sup> древесных отходов, отходов гидролизной и лесохимической промышленности. Научными достижениями последних десятилетий в части использования их в производстве различных строительных материалов являются разработки научных школ Красноярска (В.П. Киселева), Пензы (В.В. Арбузова), Новосибирска (В.М. Хрулева), Воронежа (В.И. Харчевникова).

Не только сложившийся дефицит портландцемента в стране, но и высокое потребление природных и энергетических ресурсов и большие объемы загрязняющих атмосферу выбросов при его производстве делают особенно актуальным развитие производств малоклинкерных и бесклинкерных вяжущих и строительных материалов на их основе. Прошедший в мае этого года в Брно III Международный симпозиум «Нетрадиционные вяжущие и бетоны», в работе которого приняли участие ученые более 20 стран, подчеркнул актуальность этой проблемы на мировом уровне. Вкладом в научные достижения последних 20 лет являются разработки минерально-шлаковых вяжущих пензенской научной школы, шлакощелочных и сульфатношлаковых вяжущих – научных школ П.Г. Комохова и В.В. Бабкова; композиционных шлакощелочных вяжущих, тяжелых и ячеистых, рядовых и высокопрочных, нормально и быстротвердеющих бетонов и растворов на их основе, композиционных романцемента и гидравлической извести; композиционных и многофазовых гипсовых и магнезиальных вяжущих на основе и с добавками отходов промышленности казанской научной школы Р.З. Рахимова [23–26]. Значительным вкладом казанской школы явилась и разработка научных и технологических основ управления структурой и свойствами энерго- и ресурсосберегающей строительной керамики (М.Г. Габидуллин).

Научными достижениями являются разработки У.Х. Магдеева в части стеновых материалов с повышенными теплозащитными свойствами с использованием отходов промышленности [27] и разработки В.Н. Ярмаковского низкотеплопроводных и низкоадсорбционно-активных малоклинкерных композиционных полимеризованных шлаковых вяжущих и бетонов на их основе [28].

В последние десятилетия нарастают объемы применения полимерных строительных материалов. Научными достижениями в части использования вторичного сырья для их производства этого периода являются разработки саратовской научной школы Ю.Г. Ивашенко, воронежской – Ю.Б. Потапова, казанской – В.Г. Хозина и Л.А. Абдрахмановой [29].

Приведенными выше сведениями не ограничиваются научные достижения в области эффективного использования различного вторичного сырья в производстве строительных материалов. Достижениями в этой области являются разработки саранской, томской, волгоградской, ивановской и других научных школ.

Упомянутым выше проектом долгосрочной стратегии развития производства строительных материалов на период до 2020 г. долю инновационной продукции этой отрасли предполагается довести до 30%. Важную роль при этом должно выполнить использование научных достижений по применению вторичного сырья в промышленности строительных материалов, которое может служить одним из направлений ее инновационного развития с одновременным решением экологических проблем. Чтобы это было реализовано, надо ответить на извечные российские вопросы: «Кто виноват (в том, что до сих пор недостаточно реализуются научные разработки)» и «Что делать?». Ответы на эти вопросы взаимосвязаны.

С одной стороны, это недостатки системы хозяйствования:

- недостаточно разработаны меры по стимулированию предприятий строительной индустрии по расширению объемов использования вторичных сырьевых ресурсов;

- не полностью выполняются требования Закона РФ от 1998 г. с изменениями от 2000 г. «Об отходах производства и потребления», других нормативных документов об обеспечении природопользователей достоверной информацией о видах и объемах отходов, образующихся на территории РФ, и технологиях их переработки и рационального использования;

- не полностью выполняются отходаобразующими предприятиями требования по сортировке и обеспечению хранения отходов без доступа загрязняющих веществ;

- малая численность предприятий по переработке отходов в кондиционное сырье для производства строительных материалов.

С другой стороны, молодой бизнес России слабо представляет круг проблем и выгоду инвестиций в дела, связанные с использованием отходов в производство строительных материалов, а большинство научных разработок научным сообществом не доводится до уровня инновационных проектов с расчетом реальных затрат и дивидендов при их реализации.

Рассматривая основные направления научно-технических достижений на перспективу, в качестве одного из них А.И. Звездов обозначил разработку кадастра вторичных ресурсов для расширения объемов использования их в производстве бетонов. Представляется актуальным создание кадастра отходов, образующихся в РФ, и банка инновационных предложений и проектов такого формата по составам и технологиям производства не только бетонов, но и всех разновидностей строительных материалов на основе и с применением вторичного сырья на базе анализа всего достигнутого. Эта задача не

под силу одной, даже самой крупной научной организации, но она может быть решена, если в этом примут участие все научные коллективы и предприятия, имеющие и выполняющие разработки в этой области.

Формирование упомянутых кадастра и банка и координацию работ отдельных научных коллективов по их наполнению могла бы выполнять Российская академия архитектуры и строительных наук при поддержке Правительства РФ при помощи Министерства экологии и природных ресурсов РФ, а также отраслевых министерств и ведомств.

Российская академия архитектуры и строительных наук посвятила свои годовые собрания по тематикам «Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе» в 2003 г. в Казани и «Здоровье населения – стратегия развития среды жизнедеятельности» в 2008 г. в Белгороде, что подчеркивает ее внимание к проблемам ресурсо- и энергосбережения и экологии. Представляется необходимым создание научного совета при Отделении строительных наук по использованию вторичных сырьевых ресурсов в производстве строительных материалов и в строительстве.

Выдающемуся французскому естествоиспытателю конца XVIII – нач. XIX в Ж.-Б. Ламарку принадлежат слова: «Важно, пожалуй, сказать, что назначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания».

Строительной науке в отрасли необходимо увеличить свой вклад, чтобы этого не случилось.

#### Список литературы

1. Ильичев В.А. Строительный комплекс в век информационных технологий и один день без них // Архитектура и строительство Москвы. 2002. № 2–3. С. 46–50.
2. Вернигорова В.Н., Макридин Н.И., Соколова Ю.А., Максимова И.Н. Химия загрязняющих веществ и экология. М.: Палеотип, 2005. 240 с.
3. Янишин А.Д. Научные проблемы охраны природы и экология // Экология и жизнь. 1999. № 3. С. 6–9.
4. Промышленная экология: Учебное пособие /Под ред. В.В.Денисова. М.: ИКЦ «МарТ». Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2007. 720 с.
5. Коляда С.В. Перспектива развития производства строительных материалов в России до 2020 г. // Материалы IV Всероссийского семинара с международным участием «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». М.: Алвиан, 2008. С. 7–15.
6. Будущее мировой экономики. Доклад группы экспертов ООН во главе с В. Леонтьевым. М.: Международные отношения, 1979. 212 с.
7. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: Учебно-справочное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 368 с.
8. Кальгин А.А., Фахратов М.А., Кикава О.М., Баев В.В. Промышленные отходы в производстве строительных материалов: Учебное пособие для вузов. Тверь: Изд-во «Элит», 2002. 130 с.
9. Ушеров-Маршак А.В., Черчичный З., Малолепски Я. Шлакопортландцемент и бетон. Харьков: Колорит. 2004. 158 с.
10. Чернышев Е.М. Управление процессами структурообразования и качеством силикатных автоклавных материалов. Вопросы методологии, структурное материаловедение, инженерно-технические задачи: Дис. д-ра техн. наук. Л., 1988. 300 с.
11. Чернышев Е.М., Власов П.В. Устойчивость структур твердения вяжущих на основе природного и техно-

- генного алюмосиликатного сырья (развитие обобщающих представлений) // Современные проблемы строительного материаловедения. Материалы V академических чтений РААСН. 1999. с. 551–555.
12. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.:Изд-во АСВ, 2006. 526 с.
13. Бабаев Ш.Т., Башлыков Н.Ф., Сердюк В.Н. Основные принципы получения высокоэффективных вяжущих низкой водопотребности. Промышленность строительных материалов. / Сер.3 Промышленность строительного железобетона: ВНИИЭСМ. Вып. 1, 1991.
14. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1998. 768 с.
15. Баженов Ю.М. Многокомпонентные бетоны с техногенными отходами / Современные проблемы строительного материаловедения. Академические чтения РАСН. Самара, 1995. Ч. 4. С. 3–4.
16. Баженов Ю.М., Акимов Л.А., Воронин В.В. Развитие теории формирования структуры и свойств бетонов с техногенными отходами // Изв. вузов. Строительство. 1996. № 7. С. 55–58.
17. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. М.: Изд-во АСВ, 2006. 368 с.
18. Комохов П.Г., Грызлов В.С. Оценка модификации бетонов на макро- и микроуровне // Современные проблемы строительного материаловедения. II академические чтения РААСН. Ч. 1. Казань. КГАСА, 1996. С.14–18.
19. Бабков В.В., Полак А.Ф., Комохов П.Г. Аспекты долговечности цементного камня // Цемент. 1988. № 3. С. 14–16.
20. Баженов П.И., Кавалерова В.И. Нефелиновые шламы. Л. – М.: Стройиздат, 1966. 264 с.
21. Арбузова Т.Б., Шабанов В.А., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Стройматериалы из промышленных отходов. Самара, 1993. 95 с.
22. Арбузова Т.Б., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Использование осадков сточных вод в производстве строительных материалов. М.:ВНИИЭСМ. Сер. 11. Обзорная информация. Вып. 2. 1998. 45 с.
23. Атыкис М.Г., Рахимов Р.З. Попутные продукты промышленности ТАССР в производстве строительных материалов: Учебное пособие. Казань: КХТИ, 1987. 75 с.
24. Рахимов Р.З. Пути снижения цементоемкости строительной продукции // Популярное бетоноведение. 2008. № 7(21). С. 24–28.
25. Рахимова Н.Р. Состояние и перспективные направления развития исследований и производства композиционных шлакощелочных вяжущих, растворов и бетонов // Строит. материалы. 2008. № 12. С. 2–5.
26. Shelihov N.S., Rakhimov R. Z. Hydraulic lime and romancement from mineral raw material of Tatarstan. Non-Traditional Cement & Conerete III. International Symposium. Brno. 2008. P. 356–362.
27. Магдеев У.Х., Штейн Б.Я. Стеновые материалы с использованием отходов промышленности: Сб. трудов конференции «Использование отходов промышленности в производстве строительных материалов и изделий». М.: МДНТП, 1991. С. 61–66.
28. Ярмаковский В.Н. Особо легкие теплоизоляционные и конструкционно-теплоизоляционные бетоны новых модификаций. Состояние и перспективы развития / Материалы НТК «Строительная физика в XXI веке». М.: НИИСФ РААСН, 2006. С. 116–119.
29. Низамов Р.К., Абдрахманова Л.А., Хозин В.Г. Строительные материалы на основе поливинилхлорида и полифункциональных техногенных отходов: Монография. Казань: КГАСУ, 2008. 181 с.

Н.Ю. ВАШЛАЕВА (Администрация Кемеровской области);  
С.В. ШАКЛЕИН, д-р техн. наук (Институт угля и углекими СО РАН)

## **Количественная оценка категорийности запасов месторождений общераспространенных полезных ископаемых Кемеровской области**

С 2008 г. в России введена в действие новая Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, требования которой распространяются на все виды сырья для производства строительных материалов. Одним из новых требований этой классификации является требование о том, что «при квалификации запасов полезных ископаемых по категориям, в качестве дополнительного классификационного показателя должны использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров». Таким образом, выполнение количественной оценки достоверности запасов в геологических отчетах и приведение результатов теперь являются обязательными условиями государственной геологической экспертизы, выполняемой для месторождений общераспространенных полезных ископаемых (в соответствии с постановлениями Правительства РФ № 69 от 11.02.2005 г. и № 37 от 22.01.2007 г.) органами государственной власти субъектов Российской Федерации.

К сожалению, в настоящее время количественные методы оценки, ориентированные на использование в специфических условиях месторождений сырья для производства строительных материалов, отсутствуют. В связи с этим с участием и под руководством Администрации Кемеровской области была разработана и 12.01.2009 г. утверждена «Временная методика количественной оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров запасов месторождений общераспространенных полезных ископаемых Кемеровской области», аналогов которой в России пока не существует.

Поскольку подавляющее большинство месторождений общераспространенных полезных ископаемых Кемеровской области представлено строительными песками, песчано-гравийными смесями, кирпичными глинами и строительным камнем, данная методика ориентирована именно на оценку запасов указанных видов сырья.

Учитывая незначительное количество имеющихся на месторождениях строительного сырья разведочных пересечений, в основу методики положены геометрически вероятностные методы, хорошо зарекомендовавшие себя на угольных месторождениях области [1] и получившие в 2007 г. рекомендации к применению со стороны Государственной комиссии по подсчету запасов полезных ископаемых.

Суть этих методов состоит в количественной оценке ожидаемой погрешности геологических прогнозов, которая количественно оценивается специальными критериями разведанности. В методике используются три группы критериев, характеризующих погрешность прогноза:

— значения рассматриваемого признака в произвольной точке залежи;

— положения изолинии признака, разделяющие объект на участки различных сортов и марок;

— среднее значение рассматриваемого признака в пределах контура оценки.

Если сеть разведочных пересечений достаточно густая и обеспечивает возможность построения различных изолиний, используются два первых вида критериев, в противном случае — только третий вид. Сама процедура оценки степени густоты сети содержится в разработанной методике и основана на определении доли закономерной изменчивости признака в его общей изменчивости.

При выполнении количественной оценки достоверности запасов оцениваются две группы признаков.

Первая группа включает признаки, характеризующие форму размещения тела полезного ископаемого в недрах, вторая — основные показатели его качества.

К обязательным для оценки параметрам первой группы отнесены: вертикальная мощность залежи, мощность собственно полезного ископаемого и линейный коэффициент вскрыши. Критерии достоверности изучения двух первых признаков характеризуют точность подсчета количества запасов месторождения. По уровню значений этих критериев все запасы разделяются на участки, в пределах которых ожидаемая погрешность подсчета не превышает 15% (запасы по данному фактору относятся к категории А), 25% (запасы категории В) и 40% (запасы С<sub>1</sub>). Степень достоверности изучения характера изменения коэффициента вскрыши производится в связи с тем, что его значение во многом определяют себестоимость добычи. Разумеется, этот учет необходимо осуществлять только в условиях значимой величины коэффициента. Например, для месторождений строительного камня оценка коэффициента вскрыши производится только в случае, если его колебание превышает 0,2 м/м при среднем значении до 0,7 м/м или 0,3 м/м при среднем значении от 0,71 до 1,2 м/м. К запасам категории А относятся контуры, в пределах которых относительная погрешность прогноза коэффициента вскрыши не превышает 20–25% (в зависимости от вида полезного ископаемого), к категории В — 34–41%; к С<sub>1</sub> — до 54–66%.

К обязательно оцениваемым показателям качества полезного ископаемого отнесены: число пластичности для кирпичных глин, модуль крупности песка, содержание зерен гравия для песчано-гравийных смесей, дробимость для строительного камня. Предусмотрено, что указанный перечень показателей не является исчерпывающим и может быть расширен по указанию органа государственной экспертизы.

Категоризация запасов кирпичных глин по фактору изученности пластичности выполняется по двум различным схемам.

Первая схема применяется для подсчетных блоков, в качестве границ которых выступают границы

смены группы пластичности, т. е. некоторые изолинии числа пластичности. В этом случае в качестве классификационного признака используется отношение площади части блока, находящейся в зоне контактной неопределенности, к его общей площади. Под зоной контактной неопределенности понимается контур, в пределах которого за счет погрешностей построения изолинии числа пластичности возможны ошибки в отнесении глины к той или иной группе. Величина отношения этих площадей не должна превышать 15% для запасов категории А, 25% для категории В и 40% для категории С<sub>1</sub>.

Вторая схема используется для подсчетных блоков, выделенных исключительно в пределах одной группы пластичности глин. В этом случае в качестве классификационного признака используются ожидаемые абсолютные погрешности прогноза числа пластичности в произвольной точке: до 6 единиц числа пластичности для категории А и до 12 для категории В. Если разведочная сеть не позволяет выполнить прогноз в точках, используется оценка погрешности среднего значения пластичности в пределах блока. Для категории В величина этой погрешности должна быть такова, чтобы при ее добавлении или вычитании из среднего значения числа пластичности его результат выходил за пределы диапазона, характерного для выделенной группы глины. Аналогичное действие для блоков категории С<sub>1</sub> не должно приводить к выходу среднего значения пластичности за пределы, при которых использование глин для кирпичного производства недопустимо, т. е. 7 единиц.

При оценке степени изученности изменения модуля крупности песка к запасам категории А относятся контуры, в пределах которых ожидаемые абсолютные погрешности прогноза модуля в произвольной точке не превышают 0,5, а к категории В — 2. Кроме того, в условиях редкой сети наблюдений, не позволяющей выполнить прогноз в точке, к категории В могут относиться и запасы блоков, погрешность среднего значения модуля крупности по которым не превышает 0,5, а к категории С<sub>1</sub> — 2.

Аналогичный подход применяется и при оценке достоверности изучения доли зерен гравия. Ожидаемые абсолютные погрешности прогноза этой доли в произвольной точке не должны превышать 15% для категории А и 25% для категории В. Погрешность среднего значения доли гравия в блоках категории А не должна превышать 15%, а в блоках категории В — 25%.

Оценка достоверности изучения показателя дробимости строительного камня осуществляется только по уровню абсолютной погрешности среднего значения этого показателя по подсчетному блоку. Допустимые значения таких погрешностей для категорий запасов разнятся для трех различных видов сырья (осадочные и метаморфические породы, интрузивные породы, эффузивные породы). Например, для базальтов эта погрешность для категории А не должна превышать 2% (в единицах дробимости) при средней дробимости до 15% и 4% при средней дробимости более 15%. Погрешности для категории В в аналогичных условиях составляют 5 и 6%.

По результатам количественной оценки достоверности изучения каждого признака производится построение картограммы его разведанности. Картограмма показывает принадлежность отдельных контуров запасов к тем или иным категориям разведанности. По итогам оценки всех признаков осуществляется построение итоговой картограммы, на которой каждому из выделенных контуров присваивается наименьшая категория из числа присвоенных при индивидуальной оценке признаков. Картограмма может

представляться в графической, табличной или текстовой формах. Форма представления картограмм выбирается по условию обеспечения удобного восприятия информации.

В результате выполненных исследований впервые в России разработана комплексная методика количественной оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров запасов месторождений общераспространенных полезных ископаемых.

Внедрение предложений методики позволило органам государственной власти Кемеровской области в полной мере реализовать нормативные требования действующей Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых при проведении государственной экспертизы запасов общераспространенных полезных ископаемых. Кроме того, соотношение категорий запасов с конкретными погрешностями определения значений рассматриваемых показателей создает возможность конкретного их учета в ходе разработки бизнес-планов и проектов, что позволяет более объективно определить инвестиционную привлекательность геологических объектов, а также оценить уровень геологического риска решения по их освоению.

**Ключевые слова:** полезные ископаемые, ресурсы, месторождение, категории запасов.

#### Литература

1. Шаглеин С.В., Рогова Т.Б. Методы оценки достоверности разведанных запасов участков угольных месторождений // Недропользование XXI век. 2007. № 6. С. 25–29.

**17-19 марта** **ВЫСТАВКА**  
**РОСТОВ-НА-ДОНУ** **СТИМЭкспо**

**ГОРОД-ЖКХ**

**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:**  
 АДМИНИСТРАЦИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ;  
 МИНИСТЕРСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНОГО ХОЗЯЙСТВА РО;  
 МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ, ИНЖЕНЕРНОЙ  
 ИНФРАСТРУКТУРЫ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ РО;  
 ДЕПАРТАМЕНТА ЖКХ И ЭНЕРГЕТИКИ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ;  
 ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РО;  
 ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА СИСТЕМЫ  
 «РОСЖИЛКОММУНСЕРТИФИКАЦИЯ», Г. МОСКВА;  
 АССОЦИАЦИИ «СОЮЗ КОММУНАЛЬНЫХ  
 ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ»;  
 НЕКОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА  
 «РОССИЙСКОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ»;  
 АССОЦИАЦИИ «СЕВЕРНЫЙ КAVKAZ»;  
 РОСТОВСКОЙ АССОЦИАЦИИ ТСЖ.

**ВЕРТОЛ** **EXPO**  
 ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

РОСТОВ-НА-ДОНУ, ПР. М. НАГИБИНА, 30  
 ТЕЛ./ФАКС: (863) 268-77-20, 268-77-57  
 GOROD@VERTOLEXPO.RU; WWW.VERTOLEXPO.RU

В.А. ВОЙТОВИЧ, А.А. ЯВОРСКИЙ, кандидаты техн. наук, В.В. МАРТОС, магистрант,  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

## **Повышение эффективности технологии зимнего бетонирования с применением противоморозных добавок**

За последние десятилетия монолитное домостроение в России резко увеличило свои объемы и в настоящее время занимает лидирующее положение в жилищно-гражданском строительстве. Однако новизна данной технологии возведения зданий для многих производителей работ, отсутствие необходимых знаний о сложнейшей и многовариантной системе бетонная смесь—бетон, несовершенство существующей нормативной базы и ряд других факторов оказывают серьезное негативное влияние на качество возведенных объектов, снижая их долговечность, эксплуатационные характеристики и др. [1, 2].

Наибольшей технологической сложностью характеризуется производство бетонных работ в зимних условиях, требующее применения специальных методов бетонирования. Их реализация невозможна без тщательной технологической подготовки производства, начиная с разработки для каждого конкретного объекта технологических карт, приобретения специального оборудования как для выполнения работ, так и для осуществления производственного контроля их качества, переподготовки инженерных и рабочих кадров и т.д.

С позиции инвестора экономически оправданными являются темпы бетонирования монолитных объектов, обеспечивающие возведение в месяц 2–5 этажей здания при круглогодичном ведении работ. Такие жесткие условия привели к повсеместному использованию подрядчиками интенсивных методов бетонирования, базирующихся на применении различных технологий термообработки свежеуложенного бетона [3]. При выполнении бетонных работ в зимних условиях требуется осуществлять грамотный переход на наиболее энергоэффективные методы, одним из которых является применение бетонов с противоморозными добавками.

Принцип действия противоморозных добавок заключается в обеспечении сохранения жидкой фазы в бетоне и его твердении при отрицательных температурах [4]. Массовое применение бетонов с противоморозными добавками в XX в. базировалось на использовании веществ, досконально изученных и проверенных практикой отечественного строительства, а также обеспеченных нормативной и руководящей документацией [5, 6, 7]. В этих документах детально изложены основные положения по подбору состава бетона, требованиям к материалам, подготовке добавок, приготовлению бетонной смеси, ее транспортированию и укладке, выдерживанию и уходу за бетоном. В руководствах приводились рекомендации по эффективным областям применения и ограничениям в использовании добавок в зависимости от типа конструкции, условий их эксплуатации. Перечень рекомендуемых веществ был в достаточной сте-

пени ограничен и включал: поташ, нитрит натрия, нитрат кальция с мочевиной, соединение нитрата кальция с мочевиной, нитрит-нитрат кальция с мочевиной, хлорид кальция с хлоридом натрия, хлорид кальция с нитритом натрия, нитрит-нитрат хлорида кальция и нитрит-нитрат хлорида кальция с мочевиной. Исследования этого периода в значительной мере были направлены на изучение возможности применения в качестве противоморозных добавок веществ, являющихся отходами других отраслей промышленности и требующих утилизации. Определенный вклад в этом направлении был внесен и специалистами ННГАСУ (ранее ГИСИ им. В.П. Чкалова), новизна предложений которых подтверждена рядом авторских свидетельств на изобретение (А. с. СССР №381630, №479743 и др.). Одним из авторов этой статьи совместно с А.К. Яворским впервые были рекомендованы к применению нитрат кальция в сочетании с этаноламинами и тиоцианатом натрия [8]. По непонятным причинам эти вещества, несмотря на их доступность, не нашли широкого применения в России, в то время как норвежская фирма YARA NORGE реализует данную комплексную добавку под названием NITKAL.

При различных вариантах классификации противоморозных добавок по механизму действия в соответствии с [9] их условно разделяют на три группы. К первой относятся антифризы — вещества, понижающие температуру замерзания жидкой фазы бетона и практически не влияющие на скорость структурообразования. Ко второй — добавки, обладающие слабыми антифризными свойствами, но являющиеся сильными ускорителями твердения бетона. К третьей группе отнесены вещества, эффективно ускоряющие твердение бетона и проявляющие хорошие антифризные свойства.

Механизм действия противоморозных добавок научно обоснован, а эффект от их введения может быть теоретически рассчитан. В соответствии с законом Рауля при растворении одного моля неэлектролита, то есть вещества, не распадающегося при растворении в воде на ионы, в 1000 г воды температура замерзания раствора понижается на одну и ту же величину, называемую криоскопической константой. Она равна 1,86°C. Если же растворяется электролит, то температура замерзания раствора понижается во столько раз, на сколько ионов распадается молекула электролита. Например, молекула поваренной соли NaCl распадается на два иона — ион натрия и хлорид-ион. Следовательно, температура замерзания раствора должна становиться равной –3,72°C. Молекула CaCl<sub>2</sub> распадается на три иона — ион кальция и два хлорид-иона. Следовательно, температура замерзания должна быть –5,58°C.

Однако до настоящего времени необъяснимым остается следующий факт: снижение температуры замерзания раствора, как правило, происходит в большей степени, чем это следует из закона Рауля. Недавно было обнаружено новое свойство воды, которое заключается в том, что вода, прилегающая к гидрофильным поверхностям, не растворяет многие вещества. Толщина слоя такой воды может достигать сотен микрометров. Следовательно, вещество, равномерно распределенное в растворе противоморозной добавки, после введения в цементную смесь «уходит» из поверхностных слоев цементных зерен и заполнителя (они гидрофильны) и повышает концентрацию прочей «объемной» воды, снижая тем самым температуру замерзания ее в большей степени, чем это следует из закона Рауля. А вода приповерхностного слоя, которую можно рассматривать как воду капиллярную, не замерзает при температуре до  $-17^{\circ}\text{C}$  и без противоморозных добавок.

Чрезвычайно важным условием обеспечения бездефектности зимнего бетонирования является строгая регламентация всех технологических переделов начиная с подбора состава бетона с обязательным проведением предварительных лабораторных испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ 30459-2003. Особое внимание следует обратить на тот факт, что эффективность использования добавок зависит как от минералогического состава цемента, так и от характеристик заполнителя. Поэтому при любой замене даже одной из базовых сырьевых составляющих композиционного материала желательны проведение дополнительного комплекса лабораторных исследований. Практика отечественного строительства, к сожалению, свидетельствует о многочисленных фактах нарушений организационно-технологических решений при производстве работ в зимних условиях, в результате которых резко снижаются качественные параметры возведенных объектов [10]. Сложность проектирования и производства работ с применением холодных бетонов заключается в отсутствии необходимого объема информации по многим рекламируемым добавкам. Так, в учебно-справочном пособии [9] кроме упомянутых выше добавок приводятся сведения лишь о нескольких современных веществах. Это ускоряющая противоморозная добавка УПДМ, формиат натрия, Асол-К, Гидробетон-СЗМ-15, Гидрозим, Лигнопан-4, ПОБЕДИТ-Антимороз, аммиачная вода, Бетонсан, Сементол Б. Данные по отдельным веществам достаточно скудны. В то же время анализ проработанных источников свидетельствует об активной рекламе широкого спектра продукции целого ряда отечественных и зарубежных производителей (компании БЕНОТЕХ, Mapei, YARA NORGE, MC-Bauchemie Russia, Sika и др.).

Большинство из современных добавок являются комплексными многофункционального действия. Их эффективность заключается в обеспечении как требуемых технологических параметров бетонных смесей, так и характеристик бетона. Однако в условиях низкой технологической культуры исполнителей применение даже самых высокоэффективных добавок может оказаться безрезультатным. Известны случаи, когда бетоны с комплексными добавками на основе умеренных суперпластификаторов, снижающих скорость гидратации на ранних стадиях твердения, подвергались замораживанию до набора критической прочности. Как правильно отмечено в работе [11], имеющаяся информация о ряде добавок способна ввести в заблуждение пользователей. По мнению авторов этой публикации, достижение строго регламентируемого технологического эффекта от введения комплексных противоморозных добавок и получение высокоэффективных бетонных смесей и бетонов возможно только в случае детального анализа механизмов действия компонентов, что позво-

лит снизить или даже полностью исключить возможные негативные эффекты.

С учетом современного состояния вопроса в области технологии зимнего бетонирования с применением противоморозных добавок специалистами ННГАСУ наряду с изучением новых эффективных веществ была выполнена работа по автоматизации процессов выбора оптимальной добавки для конкретных условий строительства. Банк данных, включающий информацию более чем о сотне известных противоморозных добавках, содержит сведения о минимальных температурах действия веществ, кинетике набора прочности бетоном с различной дозировкой добавки при разных температурах, влиянии на технологические свойства бетонных смесей, ограничениях по областям применения, возможностях использования в сочетании с другими методами зимнего бетонирования и т. д. Конкретные условия строительства требуют заполнения следующего блока данных о предполагаемых составляющих бетона, способах приготовления бетонной смеси, ее транспортирования, подачи, укладки, уплотнения; сведений о предполагаемых значениях минимальной температуры наружного воздуха, информации о бетонируемой конструкции, ее армировании, требуемых сроках распалубки и загрузки, условиях последующей эксплуатации и т. п. Сейчас завершается создание полноценного программного продукта «ПРОМД-ННГАСУ», который в автоматизированном режиме сначала осуществляет выбор добавок, пригодных по техническим параметрам, а потом делает экономическое сравнение вариантов. В результате применения программного продукта может быть достигнута высокая эффективность принятия оптимизационных решений технологического проектирования с использованием модификаторов противоморозного действия.

#### Список литературы

1. *Яворский А.А., Сенников О.Е.* Монолитное строительство в свете требований Закона «О техническом регулировании» // Строит. материалы, 2005. № 6. С. 26–28.
2. *Яворский А.А.* Технологические и организационные решения, определяющие качество работ в монолитном домостроении // Технологии бетонов. 2008. № 6. С. 66–67.
3. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / Под ред. Б.А. Крылова, С.А. Амбарцумяна, А.И. Звездова. М.: НИИЖБ, 2005. – 275 с.
4. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях в районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера М.: Стройиздат, 1982. – 213 с.;
5. Руководство по применению бетонов с противоморозными добавками М.: Стройиздат, 1978. 81 с.
6. Руководство по зимнему бетонированию с электропрогревом бетонов, содержащих противоморозные добавки. М.: Стройиздат, 1977. 30 с.
7. *Мионов С.А.* Теория и методы зимнего бетонирования. М.: Стройиздат, 1975. 700 с.
8. *Яворский А.К., Войтович В.А., Прокопьев А.Е.* Способы приготовления бетонной смеси. А. с. СССР № 606834 // Оpubл. 15.05.1978 Б.И. № 18
9. *Касторных Л.И.* Добавки в бетоны и строительные растворы: Учебно-справочное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. 221 с.
10. *Яворский А.А.* Организационно-технологические задачи обеспечения качества бетонных работ в зимних условиях // Технологии бетонов. 2008. № 5. С. 50–51.
11. *Тараканов О.В., Пронина Т.В., Логинов Р.С.* Повышение эффективности применения комплексных добавок в технологии зимнего бетонирования // СтройПРОФИль 2008. № 7(69) С. 42–44.

Л.И. ХУДЯКОВА, О.В. ВОЙЛОШНИКОВ, кандидаты техн. наук,  
Байкальский институт природопользования СО РАН (Улан-Удэ, Республика Бурятия)

## Строительные материалы на основе отходов горнодобывающей промышленности

Стратегическим направлением использования природных ресурсов в нашей стране является вовлечение в промышленную эксплуатацию отходов различных видов производств, в частности горнодобывающей промышленности. Одной из главных отраслей, использующих отходы, считается отрасль строительного производства. Существуют большие запасы материалов, широко доступных, но по ряду причин в данной отрасли практически не используемых, так как являются для нее нетрадиционным сырьем. Один из представителей данного вида сырья – ультраосновные горные породы, в частности верлиты, которые при разработке месторождений будут находиться в отвальных породах.

Целью работы явилось исследование возможности использования ультраосновных пород – верлитов как в виде минеральной добавки при производстве композиционных вяжущих материалов, так и в виде крупного заполнителя при производстве бетона.

В качестве сырьевых материалов использовали портландцементный клинкер ООО «Тимлюйский цементный завод» (Кабанский р-н, Республика Бурятия), гипс ЗАО «Нукутский гипсовый карьер» и ультраосновную породу – верлит Йоко-Довыренского дунит-троктолит-габбрового массива [1], находящегося в Северо-Байкальском районе Республики Бурятия, со следующим содержанием основных компонентов, мас. %: SiO<sub>2</sub> – 39,7; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,8; MgO – 43,8; CaO – 0,8; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,4; FeO – 10,7; K<sub>2</sub>O+N<sub>2</sub>O – 0,2; ППП – 1,3.

Первоначально проводились исследования по получению композиционных вяжущих материалов с добавкой верлита. Было исследовано влияние таких технологических факторов на свойства вяжущего, как количество вводимой в смесь минеральной добавки – верлита, дисперсность полученного порошка, вид условий твердения. Для изучения вышеперечисленных зависимостей были приготовлены смеси портландцементного клинкера с добавкой верлита в количестве 20–40%, в которые добавляли гипс – 3% от массы смеси. Затем измельчали до удельной поверхности 280–560 м<sup>2</sup>/кг. Смесь затворяли водой при водотвердом соотношении 0,3 и формова-

ли образцы-кубы размером 2×2×2 см из раствора нормальной густоты, контролируемой прибором Вика. Образцы твердели в нормально-влажностных условиях в течение 7 и 28 сут, а также подвергались тепловлажностной обработке (ТВО) при 90°С по режиму 2+5+2 ч.

При изучении физико-химических и структурных взаимодействий верлита с цементным клинкером использован комплексный метод, включающий химический и рентгенофазовый анализы. При этом определялись следующие характеристики вяжущего вещества: фазовый состав, процессы гидратации и твердения в нормально-влажностных условиях.

Дисперсность полученных материалов определялась на измерителе удельной поверхности ПСХ-2. Рентгенофазовый анализ проводился на порошковом автоматическом дифрактометре D8 Advance с соответствующим программным обеспечением со скоростью угломера 2° в минуту в интервале от 4 до 30°. Режим съемки рентгенограмм для всех проб оставался постоянным.

Одним из основных технологических факторов, влияющих на активность любого вяжущего, является тонкость помола. Тонкое измельчение способствует интенсификации физико-химических реакций между компонентами измельчаемой системы. В данных исследованиях активность вяжущего определялась прочностью при сжатии образцов в зависимости от величины удельной поверхности сырьевой смеси. Измельчение проводилось в стержневом вибрационном измельчителе типа 75Т-ДрМ. Для него характерна наибольшая сила удара при однократном действии одного мелющего тела на единицу измельчаемого материала, что приводит к увеличению активности и качества вяжущего.

Влияние удельной поверхности вяжущего на его прочностные характеристики приведено в табл. 1. Наибольшие прочностные характеристики имеют смеси, измельченные до величины удельной поверхности 450 м<sup>2</sup>/кг. Дальнейшее увеличение удельной поверхности приводит к снижению прочности образцов. В связи с тем, что для достижения данной удельной поверхности необходимы большие затраты электроэнергии, оптимальной принимаем удельную поверхность 340 м<sup>2</sup>/кг. В производственных условиях при измельчении материалов ограничиваются такой степенью измельчения, которая вызывается действительной необходимостью.

Таблица 1

Вяжущее	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Изменение прочности в сравнении с контрольным образцом, %
С добавкой верлита	280	2230	54,2	+3,8
	340	2246	61	+7,8
	450	2250	65,4	+1,9
	560	2254	59,8	+4
Контрольный образец	280	2216	52,2	
	340	2226	56,6	
	450	2229	64,2	
	560	2232	57,5	

Таблица 2

Количество добавки верлита, мас. %	Предел прочности, МПа			Средняя плотность образца, кг/м <sup>3</sup>
	после ТВО		через 28 сут	
	R <sub>сж</sub>	R <sub>сж</sub>		
20	29,7	40,9	6,1	2235
25	30,1	41,6	6,6	2239
30	30,8	42,4	7,8	2246
35	29,7	41,2	7,4	2251
40	29,2	40,7	6,9	2253
0	28,8	40,2	5,6	2226



Таблица 3

Свойство	Тяжелый бетон на основе верлита	Тяжелый бетон М250
Прочность при сжатии, МПа: после ТВО через 28 сут	24,7	23,8
	28,8	27,3
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	2425	2310
В/Ц	0,6	0,6
Морозостойкость	F50	F50
Водостойкость по K <sub>разм</sub>	0,85–0,87	0,8–0,82

Таблица 4

Вид крупного заполнителя	Вид вяжущего			
	портландцемент М400Д0		портландцемент с верлитом	
	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте			
	7 сут	28 сут	7 сут	28 сут
Верлит	18,3	28,3	19,2	29,1
Гранитный щебень	16	27,3	17,2	28,8
Гравий	15,8	26,2	16,3	27,2

Прочность образцов с добавкой верлита выше прочности контрольного образца, а для величины удельной поверхности измельчаемой смеси 450 м<sup>2</sup>/кг является максимальной. Наибольший прирост прочности вяжущего с добавкой верлита по сравнению с контрольным образцом наблюдается для сырьевой смеси с удельной поверхностью 340 м<sup>2</sup>/кг (+7,8%).

Для количественной оценки введения верлита на прочность образцов были приготовлены смеси с удельной поверхностью 340 м<sup>2</sup>/кг, отличающиеся процентным содержанием добавки. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Образцы композиций верлита с портландцементом имеют прочность выше прочности контрольного образца. Максимальная прочность достигается для вяжущего из 30% верлита и 70% портландцементного клинкера. В данном составе создаются более сочетаемые структурно-размерные параметры новообразований, получаемых гидратацией активных минералов портландцемента и модифицированных механоактивацией менее активных минералов верлита.

При введении магнезиальной добавки в состав вяжущего в количестве до 40% образцы показали повышенную прочность при изгибе. Для вяжущего из 30% верлита и 70% портландцементного клинкера R<sub>изг</sub> составляет 7,8 МПа, что на 39,3% выше прочности контрольного образца. Это объясняется образованием гидросиликатов магнезия волокнистой структуры в процессе гидратации смешанного вяжущего, что положительно влияет на формирование механических свойств полученного материала.

Наличие в вяжущем гидросиликатов магнезия подтверждается и данными рентгенофазового анализа. По результатам рентгенофазового анализа продуктами гидратации в композиции портландцемент – верлит при затворении водой являются гидросиликаты кальция и серпентинизированные магнезиевые силикаты волокнистой структуры.

Были проведены исследования по получению бетона с использованием верлита. При этом верлит использовался как в качестве добавки в вяжущее, так и в качестве крупного заполнителя.

Для исследования были изготовлены бетонные образцы размером 10×10×10 см при В/Т 0,6 и наибольшей крупности зерен заполнителей 10 мм из смесей песка (M<sub>кр</sub> = 2,5–3) Вольского месторождения, гранитного щебня месторождения Вахмистрово и щебня из верлита Йоко-Довыренского массива. В качестве вяжущего компонента было использовано полученное вяжущее с добавкой верлита.

За оптимальный состав тяжелого бетона принят следующий состав основных компонентов, мас. %: вяжущее с добавкой верлита (30% верлита, 70% портландцементного клинкера и 3% гипса от массы верлита и клинкера) – 14, кварц-полевошпатовый песок – 24, гранитный щебень – 56, вода – остальное.

При получении бетонов на основе композиционных вяжущих с добавкой верлита исследовались следующие

свойства: предел прочности при сжатии, объемная масса, водостойкость, морозостойкость. Испытания проводили по ГОСТ 10180–90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам», ГОСТ 10060.1–95 «Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости», ГОСТ 12730–78 «Бетоны. Методы определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости».

Для сравнения использовали показания прочности образцов, изготовленных из обычного тяжелого бетона на основе портландцемента марки М400Д0 Гимлюйского цементного завода. При этом все образцы хранились в нормально-влажностных условиях в течение 28 сут при температуре 22°С, а также подвергались тепловлажностной обработке при температуре 90°С по режиму 1+5+2 ч.

По результатам испытаний у тяжелого бетона на вяжущем с добавкой верлита наблюдался наибольший рост прочности в сравнении с обычным бетоном как после 28 сут нормально-влажностного твердения, так и после ТВО. Основные физико-механические показатели тяжелых бетонов представлены в табл. 3.

Из полученных данных видно, что тяжелый бетон на основе верлита обладает повышенной водостойкостью. Коэффициент размягчения K<sub>разм</sub> данного бетона (отношение предела прочности материала при сжатии в насыщенном водой состоянии к пределу прочности сухого материала) 0,85–0,87. Это подтверждает возможность его применения во влажной среде.

Прочность бетонов зависит не только от вида вяжущего, поэтому проведено изучение влияния вида щебня на темпы твердения и прочность бетонов. Исследования проводились в возрасте 7 и 28 сут естественного твердения на бетонах с тремя видами крупного заполнителя: гранитного щебня, гравия и верлита и двумя видами вяжущего – портландцемента марки М400 без добавок и с добавкой верлита. В качестве мелкого заполнителя использовался кварцевый песок. Результаты испытаний, представленные в табл. 4, показывают, что применение верлитового щебня в качестве крупного заполнителя при производстве тяжелого бетона приводит к улучшению прочностных характеристик по сравнению с традиционным гранитным щебнем и гравием.

Таким образом, ультраосновную породу верлит можно использовать как в качестве минеральной добавки при производстве композиционного вяжущего, так и в качестве крупного заполнителя при производстве тяжелого бетона. При этом снижается себестоимость данных материалов за счет замены 30% клинкера добавкой верлита на стадии помола при производстве вяжущего, а также решаются экологические проблемы за счет использования ультраосновных пород, находящихся в отвалах при разработке месторождений полезных ископаемых.

Литература

1. Кислов Е.В. Йоко-Довыренский расслоенный массив. Улан-Удэ: Изд. БНЦ СО РАН, 1998. 265 с.

В.П. ЛУЗИН, ведущий научный сотрудник, В.А. АНТОНОВ, старший научный сотрудник, Л.П. ЛУЗИНА, ведущий инженер, Е.В. БЕЛЯЕВ, ведущий научный сотрудник, Е.Н. ПЕРМЯКОВ, зам. руководителя ТИЦ, Р.Р. САМИГУЛЛИН, старший научный сотрудник, ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» (Казань)

## Эффективные строительные материалы с применением вулканического пепла

В настоящее время возрастающую потребность в эффективных строительных материалах можно частично удовлетворить за счет освоения имеющихся запасов вулканического пепла на основе внедрения новых технологий производства изделий и расширения направлений их использования. При этом Куркужинское месторождение вулканического пепла в Кабардино-Балкарской Республике может стать основной сырьевой базой для изготовления таких материалов в Южном федеральном округе.

**Описание месторождения.** Куркужинское месторождение открыто в 1980 г. Общая площадь месторождения составляет 0,61 км<sup>2</sup>, его протяженность — 1,6 км, ширина 300–500 м, средняя мощность 23,3 м. Пепловый материал занимает до 80 % от вмещающей породы — туфов апшеронского возраста. Пепел рыхлого (сыпучего) сложения, высокого качества, пригоден к применению в естественном (необогатненном) состоянии или в обогащенном виде.

Наиболее крупные агрегаты пепла, изученного нами, не превышали 60 мм. По размеру породообразующих индивидов материал пепла сложен лапилями, соответствующими размеру гравия и щебня (2–60 мм), песчаными частицами (0,05–2 мм), алевроитовыми частицами (0,005–0,05 мм) и глинистыми частицами (0,0–0,005 мм).

Пепел — это полиминеральная порода, представленная кварцем, полевым шпатом, биотитом, цеолитом, кристаллитом, вспененным и массивным (плотным) вулканическим стеклом, графитом, магнетитом, обломками полиминеральных и окремненных пород и др.

Цвет природного вулканического пепла серовато-бежевый. Насыпная плотность его в среднем составляет 1000 кг/м<sup>3</sup>, а по узким классам крупности изменяется от 515 до 1180 кг/м<sup>3</sup>. Истинная плотность (удельный вес) около 1340 кг/м<sup>3</sup>, пустотность достигает 29 %. Теплопроводность не превышает 0,145 Вт/(м·К). Модуль крупности по ГОСТ 8735–88 равен 1,69.

Массовая доля компонентов пепла, %: SiO<sub>2</sub>–71,6; TiO<sub>2</sub>–0,31; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–14,29; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–2,26; MnO–0,04; CaO–1,8; MgO–0,7; Na<sub>2</sub>O–3,42; K<sub>2</sub>O–3,54; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–0,08; SO<sub>3</sub>–0,05; ППП–2,02; SiO<sub>2</sub> аморф–4,8; SiO<sub>2</sub> кварц–10,44. Искусственных радионуклидов в составе пепла не обнаружено, он может быть использован во всех видах строительства без ограничения.

Разведанные суммарные запасы пепла категорий А+В+С<sub>1</sub> (с учетом запасов Северного фланга) составляют 8178,2 тыс. м<sup>3</sup>, С<sub>2</sub> — 11104,8 м<sup>3</sup>; их отработка возможна открытым способом.

Технологические испытания проводились ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» на необогатненном и обогащенном вулканическом пепле по обжиговой и безобжиговой технологиям с целью установления перспектив комплексного применения его в производстве строительных материалов с использованием вяжущих веществ (гипса, извести, портландцемента, глины) и без них.

**Испытания необогатненного пепла в производстве строительных изделий по безобжиговой технологии.** Для техно-

логических испытаний исходный пепел предварительно подвергали дроблению до крупности частиц –1,0+0,0 мм.

**Образцы строительных изделий на основе пепла и гипсового вяжущего**, изготовленные способом формования и твердеющие в естественных условиях, имеют плотность 1270–1420 кг/м<sup>3</sup>, прочность при изгибе 5,34–6,60 МПа (по ГОСТ 6428–83 «Плиты гипсовые для перегородок» не менее 2,4 МПа), прочность при сжатии 11,9–13,9 МПа (по ГОСТ 6428–83 не менее 5 МПа), теплопроводность 0,289–0,438 Вт/(м·К). Измерение теплопроводности производили с применением прибора ИТП-МГ4 «100». По техническим характеристикам изделия отвечают требованиям ГОСТ 6428–83 на гипсовые плиты, предназначенные для устройства перегородок в зданиях различного назначения с сухими и нормальными режимами помещений. Кроме того, по средней плотности и теплопроводности изделия удовлетворяют требованиям ГОСТ 6133–84 «Камни бетонные стеновые» на камни эффективные (плотностью до 1400 кг/м<sup>3</sup>) и камни условно-эффективные (плотностью 1401–1650 кг/м<sup>3</sup>), которые применяют в основном при малоэтажном строительстве жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий.

**Строительные изделия на основе сырьевой смеси пепел и известь**, твердеющие в естественных условиях, характеризуются плотностью 1235–1270 кг/м<sup>3</sup>, прочностью при изгибе 0,30–0,43 МПа, при сжатии 0,9–1,2 МПа, теплопроводностью 0,176 Вт/(м·К). Полученные материалы по средней плотности согласно ГОСТ 28013–98 «Растворы строительные» подходят к легким затвердевшим штукатурным и кладочным растворам, применяемым для кладки и монтажа строительных конструкций при возведении зданий и сооружений, штукатурки.

**Строительные изделия на основе пепла и портландцемента** имеют среднюю плотность 1320–1580 кг/м<sup>3</sup> (по ГОСТ 19010–73 «Блоки из легких бетонов для наружных стен зданий» 900–1600 кг/м<sup>3</sup>), прочность при сжатии 4,8–18 МПа (по ГОСТ 19010–73 от 5 до 10 МПа), при изгибе 1,2–6,6 МПа (ГОСТом не нормируется), водопоглощение 15,7–26,5%, теплопроводность 0,329–0,438 Вт/(м·К). По прочности при сжатии изделия относятся к легкому бетону марок 75–100. Согласно ГОСТ 25820–2000 «Бетоны легкие» полученные образцы бетонов по средней плотности относятся к маркам D1400–D1600, а по прочности при сжатии к классу «Бетон конструкционно-теплоизоляционный». Согласно ГОСТ 6133–84 полученные изделия на цементном вяжущем по средней плотности и теплопроводности относятся к эффективным и условно-эффективным камням.

Образцы из вулканического пепла фракции –1,0+0,0 мм и глины обжигались в виде образцов-призм размерами 160×40×40 мм. Обжиг сырьевых образцов осуществляли в муфельной электропечи до получения керамического черепка. Керамические изделия с глиной преимущественно монтмориллонитового состава (Чувашская Республика) имеют плотность 1700 кг/м<sup>3</sup>; прочность при изгибе 3,5 МПа (по ГОСТ 530–2007 «Кирпич и камень ке-

рамические» не менее 2,2 МПа); при сжатии 15,8 МПа (ГОСТ 530–2007 не менее 10 МПа); водопоглощение 13,9% (по ГОСТ 530–2007 не менее 6%).

**Керамические изделия из смеси пепла и глины** Актопракского месторождения (Кабардино-Балкарская Республика) имеют плотность 1710 кг/м<sup>3</sup>, прочность при изгибе 5,3 МПа, при сжатии 22,1 МПа, водопоглощение 9,8%.

По результатам испытаний можно судить о том, что сырьевая смесь на основе вулканического пепла и глины может быть применена для производства керамических изделий – кирпича и камня.

**Продукты обогащения вулканического пепла.** При комплексной безотходной технологии переработки пепла были получены такие продукты обогащения, как кусковая и мелкозернистая пемза, концентраты зернистого кристаллического кварца и плотного стекла, применение которых позволяет не только расширить ассортимент выпускаемых строительных материалов, но и улучшить их физические свойства по сравнению с исходной пепловой породой.

**Пемза (кусковая) обогащенная фракции –60+2 мм** в составе вулканического пепла находится в количестве 18,5%. Насыпная плотность 515–615 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность 0,134 Вт/(м·К). По химическому и гранулометрическому составам и физическим свойствам она соответствует типичной пемзе, встречающейся на других зарубежных месторождениях. Используют ее обычно в качестве заполнителя бетона и добавок в цементе, применяют вместо песка для приготовления звукопроницаемой штукатурки, употребляют в качестве насыпной изоляции и др.

**Мелкозернистая пемза (пемзит) фракции –2,0+0,0 мм** является пористым (вспененным) полиминеральным образованием. При обогащении выход концентрата мелкозернистой пемзы составляет 54%. Насыпная плотность от 660 до 760 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность в зависи-

мости от крупности 0,127–0,134 Вт/(м·К). Пемзит как зернистый теплоизоляционный материал чаще всего применяется в качестве добавок к цементам или заполнителя бетона в производстве звукоизоляционных штукатурок и строительной черепицы.

**Кристаллический зернистый кварц** присутствует в пепле в количестве 15,22%. Максимальный размер частиц не превышает 3,2 мм. Насыпная плотность концентрата кварцевого песка 1420 кг/м<sup>3</sup>. По химическому составу отвечает нормам ГОСТ 22551–77 «Песок кварцевый, молотые песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности» для марки ПС-250 и марки Т. Одновременно он соответствует нормам ГОСТ 7031–75 «Песок кварцевый для тонкой керамики» для марок ПК-95 и ПК-93. Экспериментально определены и другие направления использования обогащенного кварца.

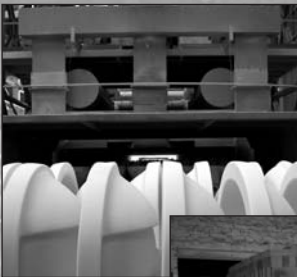
**Массивное плотное вулканическое стекло** присутствует в пепле в виде зерен размером меньше 2 мм. При обогащении выделяется в концентрат в количестве 12,28%. Насыпная плотность 1360 кг/м<sup>3</sup>. По химическому составу пригоден к использованию в стекольном производстве. Кроме того, он может быть применен в асфальтобетонных смесях, а также как наполнитель строительных материалов и др.

Проведенные испытания показали практическую значимость уникального вулканического пепла Куркужинского месторождения и возможность его применения в природном состоянии как для производства строительных материалов, так и для использования в качестве источника получения пемзы, пемзита, кварцевого песка и плотного вулканического стекла. При этом сам пепел и производимые из него минерально-сырьевые продукты могут поставляться в другие регионы России.

**Ключевые слова:** вулканический пепел, заполнитель в бетоны.

## ПНО ПРОМАВТОМАТИКА

**Газовые горелки  
для кирпичных заводов  
в комплекте с автоматикой  
и арматурой  
«под ключ»**



**Наш адрес: Россия, Москва, 117105, ул. Нагатинская, д. 3Б, офис 416  
Тел./факс: +7 (499) 611-00-62, +7 (499) 611-04-31, Тел.: +7 (910) 406-83-72  
Internet: [www.promavtomatika.ru](http://www.promavtomatika.ru)  
E-mail: [mail@promavtomatika.ru](mailto:mail@promavtomatika.ru)**

Реклама

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, Н.Н. ЕЛИН,  
В.Е. МИЗОНОВ, доктора техн. наук, А.Н. ХУСАИНОВ, инженер (khan\_al@rambler.ru),  
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

## Моделирование прогрева кирпичной садки произвольной внешней конфигурации

Целью настоящей работы является построение математической модели прогрева кирпичной садки в туннельной обжиговой печи, которая представляет собой длинный туннель со специально организованной циркуляцией воздуха и продуктов сгорания природного газа, сжигаемого в горелках, размещенных в различных зонах печи. Сырец укладывается в специальные блоки-садки, содержащие 1000 и более кирпичей. Садки уложены на вагонетки, которые толкателями перемещаются вдоль печи. Перемещение производится периодически с интервалом около 1 ч. Считается, что за это время все кирпичи садки прогреваются достаточно равномерно. Однако, как показывает опыт эксплуатации, это происходит далеко не всегда, и кирпичи из внутренних слоев садки оказываются недожженными и не отвечают стандартам качества. Для достоверного определения качества обжига и поиска направлений его повышения необходимо решить задачу о прогреве массивного тела – садки, имеющего часто весьма сложную внешнюю конфигурацию.

В основу математического описания положена ячеечная модель, хорошо зарекомендовавшая себя при моделировании механических и теплофизических процессов в сплошных средах [1, 2]. Сечение садки покрывается прямоугольной сеткой ячеек (рис. 1) размером  $n \times m$ , часть которых принадлежит сечению, а часть – нет. Далее для построения основных операторов модели рассмотрим показанную на рис. 1 сетку размером  $4 \times 4$ , на которой собственно тело садки может быть задано матрицей формы, например в виде:

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Для простоты ограничимся ячейками квадратного сечения размером  $\Delta x$ ; переход к прямоугольным ячейкам не представляет принципиальных трудностей.

Текущее тепловое состояние сетки характеризуется набором температур ячеек, которые могут быть представлены матрицей температур:

$$tm = \begin{bmatrix} 0 & t_5 & t_9 & 0 \\ 0 & t_6 & t_{10} & t_{14} \\ t_3 & t_7 & t_{11} & t_{15} \\ t_4 & t_8 & t_{12} & t_{16} \end{bmatrix} \quad (2)$$

или сгруппированы в вектор-столбец:

$$t = [0 \ 0 \ t_3 \ t_4 \ t_5 \ t_6 \ t_7 \ t_8 \ t_9 \ t_{10} \ t_{11} \ t_{12} \ 0 \ t_{14} \ t_{15} \ t_{16}]^T, \quad (3)$$

где символ  $T$  означает транспонирование вектора.

Тепловое состояние сечения садки рассматривается в дискретные моменты времени  $\tau_k = (k-1)\Delta\tau$ , где  $\Delta\tau$  – время,  $k$  – номер временного перехода. Эволюция

теплого состояния описывается рекуррентным матричным равенством:

$$t^{k+1} = P_t t^k + \Delta t^k, \quad (4)$$

которое является основой расчетной процедуры моделирования.

Переходная матрица  $P_t$  имеет размер  $(n \times m)^2$ . Каждый ее столбец принадлежит к определенной ячейке в соответствии с указанной сквозной нумерацией, где в строках с номерами ячеек, куда возможен переход теплоты, размещены доли теплоты, передаваемые за один временной переход. В соответствии с законом теплопроводности Фурье эти доли рассчитываются по формуле [2]:

$$d = \frac{\lambda}{c} \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2} = a \frac{\Delta\tau}{\Delta x^2}, \quad (5)$$

где  $\lambda$ ,  $c$  и  $\rho$  – теплопроводность, теплоемкость и плотность материала соответственно;  $\Delta x$  – продольный размер ячейки;  $a$  – коэффициент температуропроводности. Переходы в ячейки, дополняющие сечение садки до прямоугольника, запрещены. На главной диагонали размещены элементы  $p_{ii}$ , вычисляемые как разность между единицей и суммой всех остальных элементов в соответствующем столбце. Таким образом, для приведенной на рис. 1 сетки ячеек переходная матрица теплопроводности имеет вид:

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_3 & d & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & d & p_4 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & p_5 & d & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & d & p_6 & d & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & d & 0 & 0 & d & p_7 & d & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & d & p_8 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & p_9 & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & d & p_{10} & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & d & p_{11} & d & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & d & p_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & 0 & p_{14} & d & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & d & p_{15} & d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d & 0 & 0 & d & p_{16} & d & 0 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Слагаемое  $\Delta t^k$  в (4) описывает рост температуры в периферийных ячейках сечения садки из-за внешней теплоотдачи. Его удобно рассчитывать как повышение температуры вследствие теплоотдачи от газа к каждой открытой стороне ячейки. Рост температуры из-за теплового потока через вертикальную границу периферийной ячейки определим из уравнения теплового баланса на  $k$ -м переходе:

$$\rho c \Delta x^2 \Delta t_{ijX}^k = \alpha (t_{gi}^k - t_{ij}^k) \Delta x \Delta \tau, \quad (7)$$

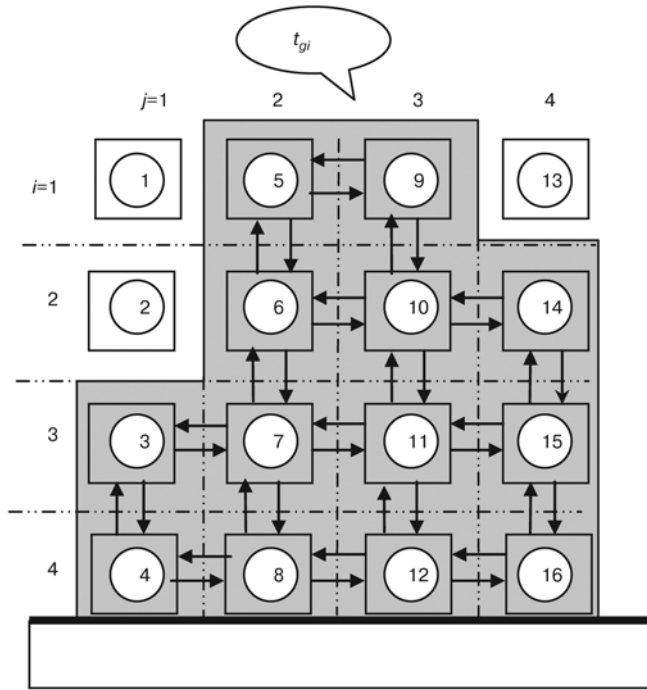


Рис. 1. Ячеечная модель поперечного сечения садки

что составит:

$$\Delta t_{ijX}^k = \frac{\alpha \Delta \tau}{\rho c \Delta x} (t_{gi}^k - t_{ij}^k) = a_c (t_{gi}^k - t_{ij}^k). \quad (8)$$

Здесь

$$a_c = \frac{\alpha \Delta \tau}{\rho c \Delta x}, \quad (9)$$

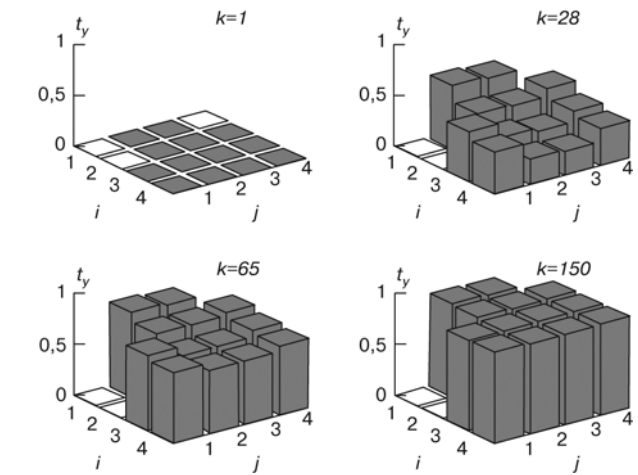
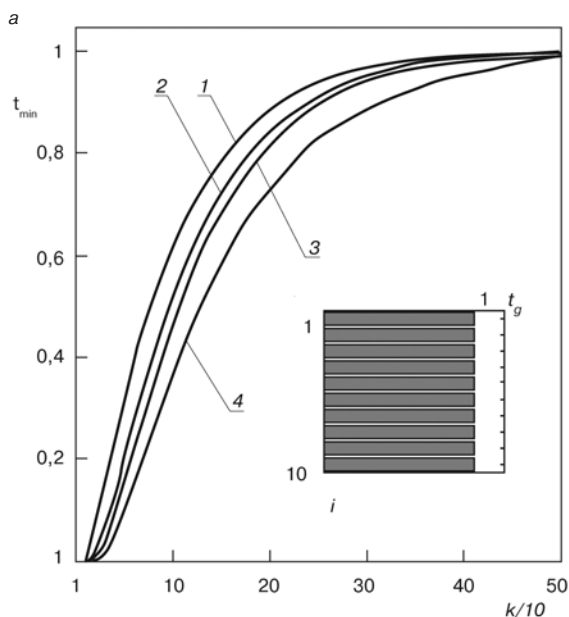
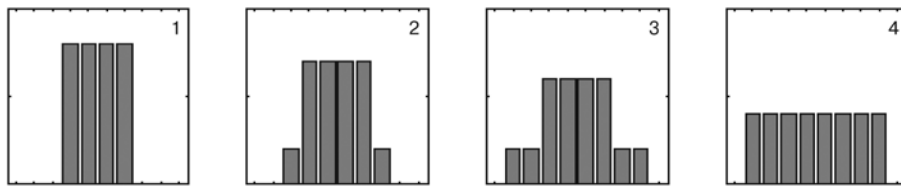


Рис. 2. Распределение температуры по ячейкам сечения после различного числа временных переходов ( $d=0,1$ ;  $a_c=0,05$ )

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;  $t_{gi}^k$  – температура окружающей среды, в общем случае разная для различных ячеек по вертикали и от перехода к переходу (прогрев в нестационарном и неоднородном поле температуры греющей среды).

Увеличение температуры из-за теплового потока через горизонтальную границу ячейки рассчитывается по формуле (8), в которой вместо  $t_{gi}^k$  следует подставить  $t_{g(i-1)}^k$  – температуру слоя над ячейкой. Естественно, что эти увеличения температур рассчитываются только для периферийных ячеек, имеющих контакт с газом по одной и более стороне. Выбор этих ячеек легко определяется через матрицу формы сечения (1). Прирост температуры для всех остальных ячеек равен нулю. Полное увеличение температуры в ячейке рассчитывается как сумма увеличений, вызванных

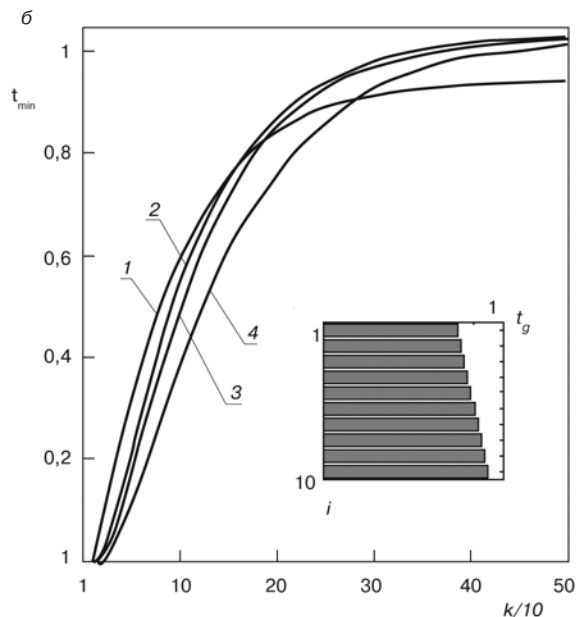
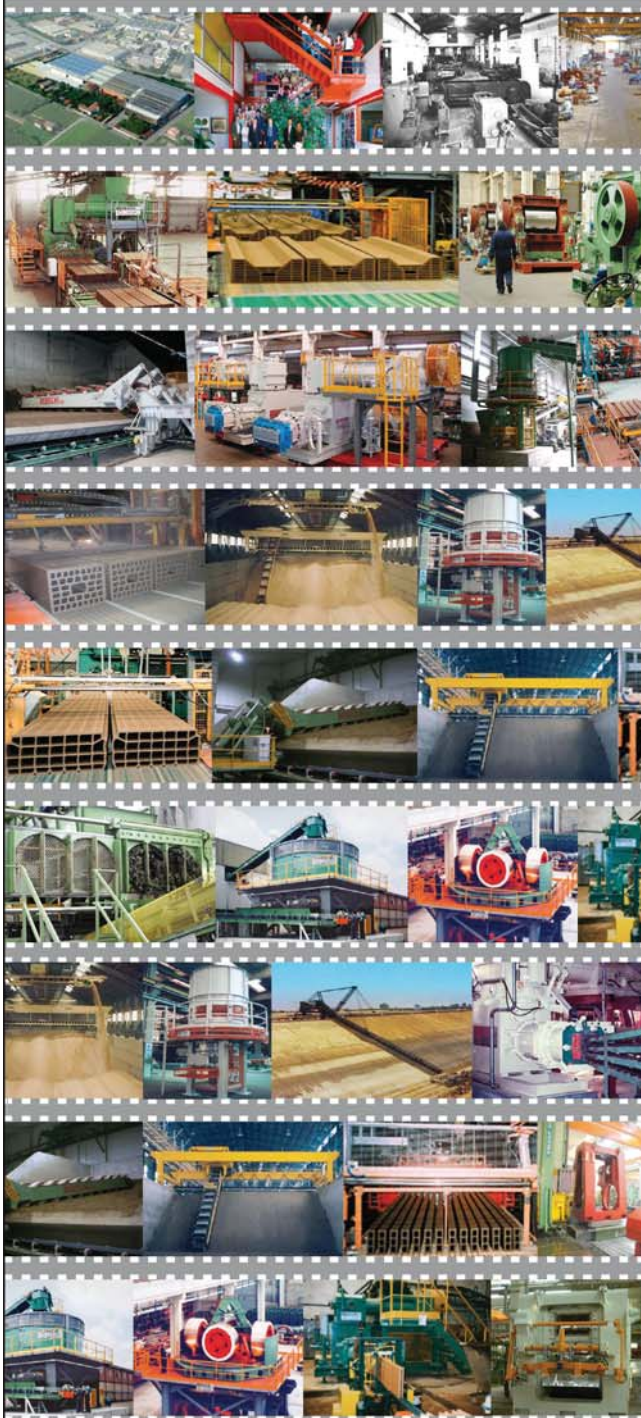


Рис. 3. Влияние формы сечения садки на изменение ее минимальной температуры при прогреве при равномерном (а) и неравномерном (б) распределении по высоте температуры газа

**100** BEDESCHI  
1908-2008

## Производство кирпича и керамических изделий



BEDESCHI s.p.a. - Via Praimbole, 38 - 35010 - Limena (Padova) - ITALY

Tel. +39-049-7663100 - Fax +39-049-8848006

e-mail: bricks@bedeschi.it - www. bedeschi.it

отдельными тепловыми потоками. Из этих приростов формируется вектор столбец  $\Delta t^k$ , участвующий в формуле (4). Для рассматриваемой на рис. 1 схемы этот вектор равен:

$$\Delta t = [0 \ 0 \ (\Delta t_{3X} + \Delta t_{3Y}) \ \Delta t_{4X} \ (\Delta t_{5X} + \Delta t_{5Y}) \ \Delta t_{6X} \ 0 \ 0 \ \dots \ \Delta t_{16X}]^T. \quad (10)$$

На рис. 2 показано, как работает предложенная модель для сечения на рис. 1 при постоянной температуре греющего газа, условно принятой равной единице. Последовательно показано начальное нулевое распределение и распределение через 28, 65 и 150 переходов. При 150 переходах распределение практически равномерное (минимальная температура в ячейке составляет 0,93 от температуры газа).

На рис. 3 показаны результаты моделирования более сложного случая, иллюстрирующего возможность модели. Задача состояла в том, чтобы в квадратную сетку размером  $10 \times 10$  ячеек (сечение печи) вписать условное сечение садки произвольной конфигурации общей площадью 32 ячейки. Необходимо выбрать форму сечения, для которой быстрее всего прогревается самая холодная его ячейка с температурой  $t_{min}$ . Сравнимые формы сечения 1–4 показаны вверху графика. Они меняются от вертикального прямоугольника размером  $8 \times 4$  до горизонтального прямоугольника размером  $4 \times 8$ , проходя две промежуточные формы. Слева (рис. 3, а) показано изменение минимальной температуры сечения при равномерном распределении по высоте температуры греющего газа (распределение температуры показано в поле графика). Очевидно, что наиболее быстрый прогрев происходит при сечении в форме вертикального прямоугольника, а наиболее медленный – при горизонтальном прямоугольнике.

Ситуация меняется, если температура газа распределена по высоте неравномерно. На рис. 3, б показаны те же графики для незначительно убывающей по высоте температуре от 1,1 до 0,9 при той же средней условной, равной единице. На начальной стадии прогрева взаимное расположение кривых такое же, как и в предыдущем случае. Однако в конечной стадии вертикальный прямоугольник дает самый медленный прогрев и асимптотическую минимальную температуру меньше единицы. Остальные формы дают примерно одинаковую асимптотическую тем-пературу, но при горизонтальном прямоугольнике она по-прежнему достигается медленнее, чем при двух других сложных формах, различие в скорости прогрева которых несущественно. Этот пример не только демонстрирует возможности описанной выше модели, но и подчеркивает, что рациональная форма сечения садки весьма чувствительна к параметрам процесса.

Предложенная модель легко алгоритмируется, причем алгоритм является открытым и допускает подключение подмоделей, не описанных в статье, например лучистого теплообмена, тепловых потерь в окружающую среду, теплоты пирохимических реакций и т. д. На ее основе может быть выполнен расчет и оптимизация прогрева садки.

**Ключевые слова:** кирпич, садка, конфигурация.

### Список литературы

1. Berthiaux H., Mizonov V., Zhukov V. Application of the theory of Markov chains to model different processes in particle technology // Powder Technology. 2005. 157. Pp. 128–137.
2. Федосов С.В., Мизонов В.Е., Иванов А.Б., Тихонов О.В. Моделирование прогрева тонкого слоя материала перемещающимся источником теплоты // Строит. материалы. 2007. № 3. С. 28–29.

# НК-Теплохиммонтаж – опытный и надежный партнер при строительстве туннельных печей

Ключевым агрегатом, определяющим производственную мощность керамических заводов, является обжиговая печь. Поэтому перед потенциальными заказчиками всегда стоят следующие задачи:

- выбор оптимального проекта печи, обеспечивающего минимизацию сроков строительства, стоимости материалов и строительно-монтажных работ, максимальный срок эксплуатации и удобство капитального ремонта печи в случае непредвиденных ситуаций;
- выбор поставщика огнеупорных материалов;
- выбор конструктивного решения футеровки печных вагонеток;
- выбор производителя строительно-монтажных работ.

Футеровочные (огнеупорные) работы принципиально отличаются от строительно-монтажных работ общего назначения, поэтому их должна выполнять только специализированная организация с квалифицированным персоналом. В настоящее время в России функционирует менее 10 компаний, имеющих опыт выполнения качественных огнеупорных работ.

«НК-Теплохиммонтаж» специализируется на строительстве печей обжига керамических изделий и имеет опыт выполнения монтажных и ремонтных огнеупорных работ более 15 лет.

За это время при ее участии были построены многие крупные керамические заводы:

- ◆ ОСМиБТ (г. Старый Оскол, кейзинговая печь CERIC);
- ◆ Шатура-кирпич (проект SOLINCER) – в стадии строительства;
- ◆ Ключицкая керамика (г. Казань, проект SOLINCER);
- ◆ Гжельский кирпичный завод (п. Гжель, проект Piccinini) – в стадии строительства;
- ◆ ТОО «ЕНКI» (Казахстан, проект SOLINCER);
- ◆ Речицкий фарфоровый завод (Московская обл., проект Теплохиммонтаж) – в стадии строительства;
- ◆ Кировский стройфарфор (периодическая печь, проект Fornoceramica);



Для футеровки печных вагонеток «НК-Теплохиммонтаж» предлагает апробированные и хорошо зарекомендовавшие себя огнеупорные керамобетонные материалы на основе высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий (ВКВС) собственной разработки и производства. Керамобетонные материалы могут применяться для футеровки различных участков тепловых агрегатов керамических и огнеупорных производств, а также для футеровки печных вагонеток. Их отличает высокая прочность – 40 Н/мм<sup>2</sup> при 1000°С; высокая температура применения – до 1450°С; высокая термостойкость – более 100 циклов теплосмен 1000°С – воздух.

Керамобетонные огнеупоры производства «НК-Теплохиммонтаж» успешно эксплуатируются на более чем 30 кирпичных заводах России и стран СНГ, а также на французском заводе Lafarge Marcellle.

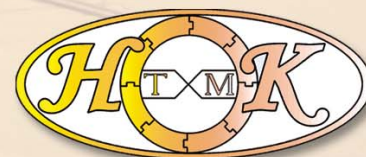
**Сотрудничество с компанией «НК-Теплохиммонтаж» – гарантия стабильности работы вашей печи.**

## ЗАО «НК-Теплохиммонтаж»

Белгородская область, г. Старый Оскол.

Тел/факс: +7(4725)- 46-96-01, факс +7(4725)-32-92-43

general@futerovka.ru www.futerovka.ru



А.Г. БОНДАРИЮК, инженер (bondarukanna@rambler.ru), В.Д. КОТЛЯР, канд. техн. наук, Ростовский государственный строительный университет

## **Фазовые преобразования при обжиге опок с карбонатными добавками при производстве стеновой керамики**

В связи с дефицитностью и неравномерным территориальным распределением месторождений качественного глинистого сырья актуальной проблемой для многих регионов России является поиск новых сырьевых источников для промышленности стеновой керамики.

Исследования, проводимые в Ростовском государственном строительном университете совместно с региональными геологическими организациями, а также производственный опыт показали, что кремнистые опоквидные породы являются весьма перспективным сырьем для производства керамического кирпича [1]. Опоквидные породы, входящие в группу кремнистых опал-кристаллитовых пород, являются обширной группой пород с разнообразным вещественным составом и свойствами. Выделяют типичные опоки – глинистые, глинисто-карбонатные, карбонатные и другие литологические разности опок. Карбонатные разности имеют широкое распространение среди опоквидных пород. Сформировались они в промежуточные эпохи от карбонатонакопления к кремнеаккумуляции. Такие породы являются естественной тщательно усредненной природной шихтой с различной стехиометрией  $SiO_2:CaO$ . Карбонаты представлены, как правило, пелитоморфным кальцитом с размером зерен до 0,1 мм. Согласно разработанной нами классификации опоквидных пород как сырья для производства стеновой керамики выделяют некарбонатные разности, карбонатные (содержание карбонатного компонента от 5 до 20%) и высококарбонатные разности (содержание карбонатного компонента от 20 до 35%) опок [2].

Особый интерес для производства керамического кирпича представляют именно карбонатные литологические разности опок. Обусловлено это несколькими факторами. Во-первых, кремнисто-карбонатные породы имеют гораздо более широкое распространение в сравнении с типичными опоками. Во-вторых, керамический черепок на их основе имеет светлые тона – желтые, бежевые, розовые, что является весьма актуальным в настоящее время для лицевого кирпича. И в-третьих, как показали многочисленные лабораторно-технологические испытания, соотношение между прочностью и плотностью (коэффициент конструктивного качества) у керамического черепка на основе кремнисто-карбонатных опоквидных пород гораздо выше в сравнении с глинистым сырьем и типичными опоками. При этом наблюдаются важные особенности: количество карбонатной составляющей оказывает весьма существенное влияние на прочностные свойства черепка. Предел прочности при изгибе при тех же показателях предела прочности при сжатии у керамического черепка на основе карбонатных опок существ-

венно выше в сравнении с глинистым сырьем и типичными опоками.

Для определения оптимального содержания карбонатной составляющей, обеспечивающей достижение максимальной прочности, а также для изучения фазовых преобразований, происходящих при обжиге, обуславливающих прочностные свойства черепка, проведены серии экспериментов. Были составлены тщательно усредненные искусственные шихты на основе типичных и глинистых опок. В качестве добавки вводили измельченный (менее 0,1 мм) мелоподобный известняк, количество которого составляло от 5 до 50%. Содержание кальцита в мелоподобном известняке составляло 96,4%. Пресс-порошок готовился по сухому способу с последующим увлажнением. Образцы-кубы с размером грани 50 мм и образцы-балочки 135×30×15 мм формовались способом полусухого прессования при удельном давлении 20 МПа. Для составов с наивысшими показателями прочности дальнейшие исследования проводились на образцах стандартного кирпича. Отпрессованные образцы подсушивали сутки в естественных условиях и обжигали при температуре 1050°C.

Для примера приведены результаты экспериментов с использованием опоки Авило-Федоровского месторождения, относящейся к типичным разностям опок. Химический состав приведен в таблице. Рентгенограмма представлена на рис. 1. Основными минералами, составляющими данную пробу опоки Авило-Федоровского месторождения, являются опал-кристаллит с невысокой степенью кристалличности (50–55%), глинистые минералы, представленные гидрослюдами и монтмориллонитом (23–27%), терригенный кварц и полевые шпаты (около 5–8%), цеолиты типа гейландита (около 5%) и кальцит (4–5%).

Как показали результаты исследований, с увеличением содержания карбонатного компонента плотность черепка закономерно снижается (рис. 2). И если для чистой опоки плотность черепка составляет 1,27 г/см<sup>3</sup>, то для шихты с содержанием карбонатной добавки 50% плотность составляет 1,13 г/см<sup>3</sup>. При превышении содержания карбонатной добавки выше 50% появляется риск его разрушения на воздухе и в воде за счет гидратации свободного CaO и силикатов кальция.

Интересна закономерность влияния количества карбонатной добавки на прочность обожженных образцов. С увеличением содержания добавки мелоподобного известняка прочность возрастает, достигая своего максимума примерно при 15% ее содержания, а затем достаточно резко снижается. Прирост прочности за счет введения добавки при ее оптимальном содержании составляет почти 50% (рис. 3). Учитывая, что в данной опоке содержится около 5% карбонатов, их общее коли-

Месторождение опок	ППП	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> общ.	CaO	MgO	SO <sub>3</sub> общ.	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
Авило-Федоровское	5,3	74,97	7,71	5,26	2,97	0,87	0,43	1,56	0,64	0,18	0,21



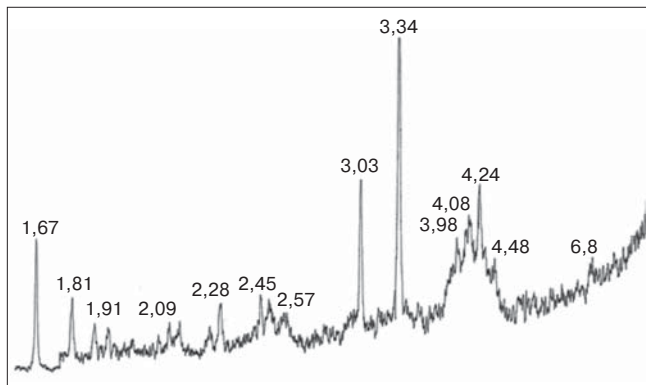


Рис. 1. Рентгенограмма опоки Авило-Федоровского месторождения

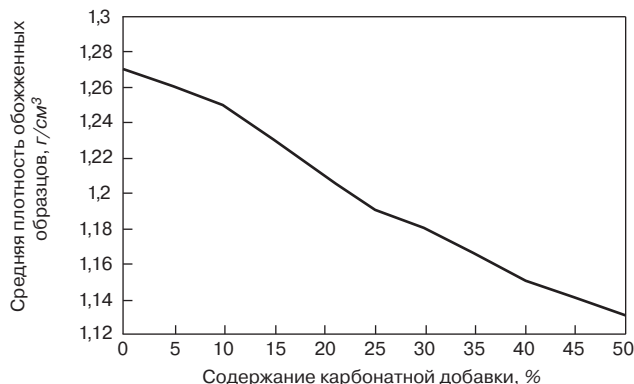


Рис. 2. Влияние содержания карбонатной добавки на плотность черепка

чество при достижении максимальной прочности составляет около 20%. Данная закономерность подтверждена на опоках различных месторождений – Вольского, Сенгилеевского, Алексеевского, Степан-Разинского и др. Оптимальное содержание карбонатной добавки составляет от 10 до 25%.

В зависимости от вещественного состава исходного опоковидного сырья изменяется температура обжига. С увеличением содержания карбонатной добавки происходит осветление черепка, и при 40% цвет становится светло-кремовым, светло-розовым, почти белым.

Для определения характера фазовых превращений и минералогического состава обожженных керамических масс, содержащих различное количество карбонатов, были проведены рентгенографические исследования обожженных образцов (рис. 4). Анализ полученных результатов показал, что ввод карбонатной добавки приводит к значительному изменению фазового состава черепка. Образование новых фаз зависит как от содержания CaO в черепке, так и от температуры обжига.

При вводе 10% добавки на рентгенограмме появляются линии, характерные для полевых шпатов (3,19–3,24 Å). Наиболее вероятным является образование таких минералов, как лабрадор (3,22; 2,53 Å), анортит  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  (3,20; 2,51 Å). Четко наблюдаются дифракционные максимумы (2,96; 3,88 Å), характерные для волластонита  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ . Волластонит кристаллизуется в виде уплощенных и игольчатых кристаллов. Его присутствием в черепке можно объяснить относительно высокие показатели предела прочности при изгибе. Неизменными остаются рефлексы, характерные для кварца, – 3,34; 2,12; 1,81 Å и др. Обладая высокой степенью структурного совершенства, даже при небольшом содержании кварц четко определяется на рентгенограммах. Являясь достаточно стойким и инертным минералом, кварц при данной температуре обжига практически не участвует в фазовых преобразованиях. Заметно увеличе-

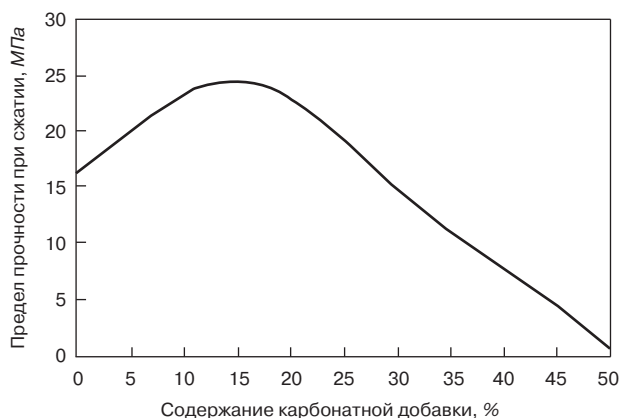


Рис. 3. Влияние содержания карбонатной добавки на прочность

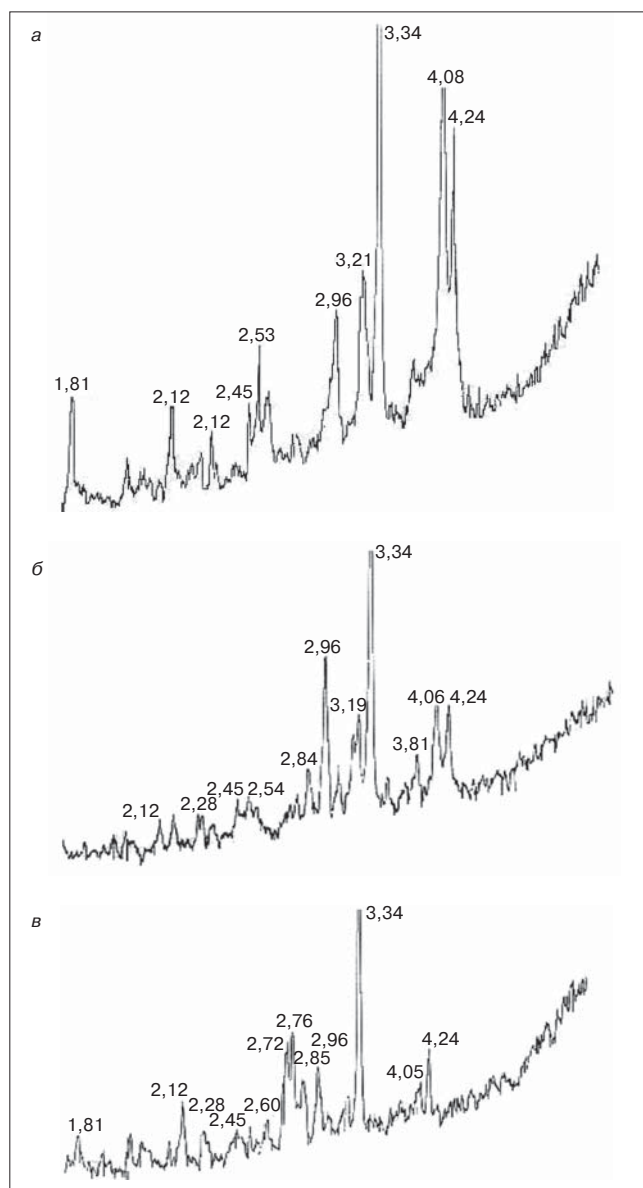


Рис. 4. Рентгенограммы обожженных при 1050°C образцов с различным содержанием карбонатной добавки: а – 10%; б – 30%; в – 50%

ние главного пика опал-кристобалита (4,03–4,08 Å) и сдвиг его в область малых углов, что говорит о повышении кристалличности. Также отмечается небольшой пик 3,81 Å, характерный для тридимита.

С увеличением содержания карбонатной добавки до 20% наблюдается увеличение интенсивности пика волластонита и снижение интенсивности пика кристобалита. Это говорит о том, что опал-кристобалит активно участвует во взаимодействии с оксидом кальция. Незменными остаются интенсивности анортитоподобных фаз.

При содержании добавки в количестве 30% незначительно увеличивается пик волластонита, появляется пик небольшой интенсивности – 2,84 Å, характерный для геленита –  $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$  и мелилита –  $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_7$ . Пик кварца сохраняет свою интенсивность, что говорит о том, что он не участвует в преобразованиях, оставаясь инертной составляющей керамического черепка.

На рентгенограмме с содержанием добавки 40% наблюдается снижение интенсивности пика кристобалита и анортита. Содержание геленита остается неизменным. Появляются пики небольшой интенсивности (2,72; 2,76 Å), характерные для ортосиликата кальция  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , который обладает сложным полиморфизмом. Некоторые из полиморфных модификаций обладают гидравлической активностью.

При увеличении содержания добавки до 50% практически исчезают пики волластонита и кристобалита. Отсутствие кристобалита говорит о том, что этот минерал практически полностью вступил во взаимодействие с оксидом кальция. Заметно снижение интенсивности главного пика кварца – 3,34 Å. При данном содержании карбонатного компонента кварц начинает взаимодействовать с CaO. Наблюдается рост пика геленита, что говорит об увеличении количества этого минерала. Также отмечается значительное увеличение пиков, характерных для двухкальциевого силиката. Пики, характерные для CaO (2,39 Å) и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (2,63 Å), на рентгенограмме отсутствуют. При данных стехиометрических

отношениях и температурах CaO полностью вступает во взаимодействие с другими оксидами.

Анализируя результаты исследований, можно считать, что повышение прочности черепка на основе кремнисто-карбонатных композиций при снижении его плотности связано с образованием волластонита и анортитоподобных фаз. Наиболее приемлемым сырьем для производства стеновой керамики являются карбонатные опоки с содержанием  $\text{CaCO}_3$  10–25%. При этом в зависимости от количества глинистых минералов и карбонатного компонента подбирается оптимальная температура обжига. При содержании карбонатной составляющей выше 40% начинают образовываться двухкальциевые силикаты, что может привести к разрушению черепка при их гидратации.

Проведенные ползуаводские испытания по выпуску керамического кирпича на основе кремнисто-карбонатных пород и искусственных кремнисто-карбонатных композиций показали их высокую перспективность. Пустотелый кирпич со сквозными пустотами (12%) при содержании 18% карбонатной составляющей имел марки по прочности M150 и M200 при плотности 1330–1390 кг/м<sup>3</sup>. Результаты работы позволяют рекомендовать данные породы к внедрению в промышленность в качестве основного сырья и как добавочный материал.

**Ключевые слова:** опока, опал-кристобалит, карбонат, волластонит.

**Список литературы**

1. Котляр В.Д., Талпа Б.В. Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики // Строит. материалы. 2007. № 2. С. 31–33.
2. Котляр В.Д. Классификация кремнистых опоквидных пород как сырья для производства стеновой керамики // Строит. материалы. 2009. № 3. С. 24–27.



## Российские промышленные эллиптические шаровые мельницы "Активатор" интенсивного помола.

	Activator-C100	Activator-C500	Activator-C1000	Activator-C5000
произв-сть	100 кг/ч	500 кг/ч	1000 кг/ч	5000 кг/ч
тонина помола	1-3 мкм	4-7 мкм	20-50 мкм	50-70 мкм
потребляемая мощность	5,5 кВт.ч	11 кВт.ч	22 кВт.ч	55 кВт.ч
габариты, мм	1020×570×1230	1122×750×1500	1710×925×1815	2850×1700×2950
вес, кг	170	650	1300	5100



подготовка шихты для керамической плитки

получение помол пигментов

получение сухих смесей

активация цемента

**СМЕШЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ пенобетона**

• Все мельницы проходят испытания на Вашем материале, а дисперсный состав помолотых порошков тестируется в лаборатории.

Мельницы "Активатор" производятся только по оригинальным чертежам разработчика и защищены Патентами РФ №18501, №33037 на полезные модели. Патентообладатель: ЗАО "Активатор".

www.activator.ru >>

Новосибирск, Софийская 18, оф 107  
630056 Новосибирск 56, а/я 141  
Факс: 8 (383) 345-15-30 (доп. 41)  
Тел: 8 901 450 6304  
e-mail: belyaev@activator.ru

Реклама

# СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СКБ СТРОЙПРИБОР

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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

## ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

**ИПС-МГ4.01 / ИПС-МГ4.03**  
ударно-импульсный



автоматическая обработка  
измерений

диапазон 3...100 МПа

**УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С**  
ультразвуковой



поверхностное и сквозное  
прозвучивание

частота 60...70 кГц  
диапазон 10...2000 мкс

**ПОС-50МГ4 / ПОС-50МГ4 Д /  
ПОС-50МГ4 "Скол"**

отрыв со скалыванием  
и скалывание ребра

предельное  
усилие 60 кН  
диапазон 5...100 МПа



**ПОС-2МГ4 П**



испытание прочности  
ячеистых бетонов

предельное  
усилие вырыва 2,5 кН

**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

**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 %

**ТЕРМОМЕТРЫ**

**ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01**



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

**ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ  
АРМАТУРЫ**

**ДО-40 / 60 / 80МГ4**

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых  
усилий 2...120 кН

диаметр  
арматуры 3...12 мм



**ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ  
ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА**

**ИПА-МГ4**



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

**ДИНАМОМЕТРЫ**

**ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4**



эталонные

сжатия / растяжения  
предельная нагрузка  
1...1000 кН

**ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ  
В АРМАТУРЕ**

**ЭИН-МГ4**

частотный метод

диаметр  
арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



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

В.Д. КОТЛЯР, канд техн. наук, Ростовский государственный университет

## **Особенности прессования керамических порошков на основе опок при производстве стеновой керамики**

Дефицит качественного глинистого сырья для производства стеновой керамики, наблюдаемый во многих регионах России (Юг России, Поволжье, Западная Сибирь и др.) обуславливает проведение геолого-технологических поисковых работ для выявления новых сырьевых источников. При этом основным необходимым условием должно быть повышение эффективности стеновых материалов и изделий. К важнейшим мероприятиям, повышающим эффективность изделий стеновой керамики, относятся улучшение теплотехнических характеристик, повышение механических показателей, ускорение технологического процесса, снижение производственных затрат и улучшение внешнего вида изделий.

Проводимые на протяжении последних лет работы в Ростовском государственном строительном университете совместно с Южным федеральным университетом и региональными геологическими организациями показали, что опоки, относящиеся к группе кремнистых пород, являются вполне приемлемым сырьем для стеновой керамики [1–4 и др.].

Опоки – легкие плотные тонкопористые породы, состоящие в основном из мельчайших (менее 0,005 мм) частиц кремнезема. Средняя плотность их составляет 1100–1600 кг/м<sup>3</sup>, пористость достигает 55% (обычно 30–40%). Прочность «нормальных» разновидностей 5–20, выветрелых 3–7, крепких кремнеподобных до 150 МПа [5]. Опоки характеризуются большей по сравнению с диатомитами и трепелами твердостью и большей средней плотностью, однако четкой границы между трепелами и опоками как по составу, так и по свойствам нет. Важнейшим технологическим признаком, по которому отличаются опоки от трепелов, может служить размокаемость в воде. Трепела размокают в воде, опоки являются неразмокаемыми или трудноразмокаемыми (размокают при измельчении).

Выделяются различные литологические разности опоковидных пород – глинистые, карбонатные, глинисто-карбонатные, карбонатно-глинистые. Проведенные исследования опоковидных пород как сырья для стеновой керамики позволили установить, что исходя из технологических свойств более предпочтительным для них является способ прессования изделий и сухой (полусухой) способ подготовки пресс-порошка. Изделия на основе глинистых разновидностей опоковидных пород при соответствующей степени измельчения сырья могут формоваться способом жесткой экструзии или пластическим формованием. Кремнелые кремнеподобные опоки с содержанием SiO<sub>2</sub> более 82–85% могут использоваться для получения керамического кирпича при вводе корректирующих добавок, повышающих пластичность, улучшающих спекаемость.

Важнейшей технологической операцией при производстве прессованного кирпича, от которой во многом зависят свойства готового изделия, является собственно процесс прессования. Дефекты прессования – недопрессовка, трещины расслаивания, выпрессовочные трещины и т. д. в значительной степени ухудшают свойства изделий и обесценивают положительные свойства сырья. Проведенные работы показали, что свойства керамических порошков на основе опоковидных пород в значительной мере отличаются от глинистых порошков.

Особенности прессуемости порошкообразных масс на основе кремнистых пород – опок связаны в первую очередь с высокой микропористостью исходного сырья. Для выявления особенностей прессования были исследованы десятки различных литологических разновидностей опоковидных пород Юга России и Поволжья. Изучены процессы уплотнения пресс-порошков при различной влажности и давлении. Исследования проводились на

**Таблица 1**

Разновидность опоки	ППП	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	CaO	MgO	SO <sub>3</sub> общ.	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Опока «нормальная»	3,06	82,84	5,74	3,72	0,83	0,6	0,49	1,5	0,43	0,45	0,02
Опока глинистая	5,25	71,53	12,19	4,27	1,95	1,09	0,45	1,85	0,69	0,59	0,04
Опока карбонатная	12,24	60,23	6,35	3,36	12,72	2,08	0,35	1,07	0,84	0,43	0,06

**Таблица 2**

Содержание фракций, в %				
2,5–1,25	1,25–0,63	0,63–0,315	0,315–0,16	менее 0,16
10,8–13,2	16,4–18,6	18,1–20,7	13,1–15,9	35,7–37,5

образцах-кубах с длиной грани 50 мм и на образцах кирпича стандартных размеров 250×120×65 мм при двухстороннем прессовании.

Химический состав исследованных разновидностей опок представлен в табл. 1. Средняя плотность (в куске в высушенном состоянии) для опок нормальных составляет в среднем 1,25 г/см<sup>3</sup>, опоки глинистой 1,50 г/см<sup>3</sup> и опоки карбонатной 1,45 г/см<sup>3</sup>. Плотность для опоковидных пород колеблется в пределах 2,3–2,5 г/см<sup>3</sup>. Степень измельчения исходного сырья характеризовалась зерновым составом, представленным в табл. 2. На рис. 1 показаны зависимости влияния давления прессования на плотность прессовок при различной влажности пресс-порошка (по абсолютной влажности) — для опок малоглинистых некарбонатных «нормальных» (по Дистанову), для опок глинистых и опок карбонатных. При этом плотность прессовок представлена в пересчете на сухое вещество (твердую фазу). Такая форма представления является более удобной для анализа и дает реальное представление об истинной уплотняемости порошков.

Анализ результатов проведенных экспериментов по изучению прессуемости опоковидных пород позволил выявить следующие особенности, характерные для этих пород.

1. Интервал формовочной влажности пресс-порошков на основе опок гораздо шире, чем для глинистых порошков; для опок нормальных он составляет 10–30%, для опок глинистых 12–24%, для опок карбонатных 10–20%. Данное обстоятельство существенно облегчает определение оптимальных параметров прессования для получения бездефектных изделий.

2. Максимальная уплотняемость в пересчете на твердую фазу достигается при определенной влажности — для опоки «нормальной» около 20%, для опоки глини-

той — 10–15% и для опоки карбонатной 12–15%. При этом следует отметить, что максимальной уплотняемости соответствует максимальная прочность прессовки и, как правило, прочность обожженных образцов, например для образцов на основе карбонатной опоки (рис. 2). При повышенной влажности наблюдается дополнительное небольшое уплотнение образцов за счет воздушной усадки при сушке (до 1%).

3. В интервале давлений прессования 15–30 МПа (в зависимости от вида опоки и формовочной влажности) плотность прессовок начинает превышать среднюю плотность сырья (плотность в куске). Это свидетельствует о разрушении первичных зерен исходного порошка. При этом начинает проявляться отрицательное влияние упругих деформаций.

4. Прессование порошков с повышенной влажностью (для опок «нормальных» 25–30%, опок глинистых и карбонатных более 16–20%) и давлением более 15 МПа увеличивает риски образования трещин разрыва. При этом прессование пресс-порошков с повышенной влажностью следует рассматривать как пластическое прессование. Однако на некоторых видах опоковидного сырья именно при этих условиях (повышенная влажность пресс-порошка и невысокое давление прессования) получается бездефектный кирпич.

5. Эксперименты по получению кирпича фигурной формы показали, что получение равноплотных прессовок с необходимыми свойствами возможно только при повышенной влажности пресс-порошка. Хорошие результаты по улучшению уплотняемости порошков показали эксперименты с применением ПАВ в количестве 1–1,5%. Однако следует отметить, что ввод ПАВ эффективен лишь при определенном интервале влажности и для каждого вида сырья этот интервал индивидуален.



<p><b>НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИЦ «АКАДЕМСТРОЙИСПЫТАНИЯ»</b></p>	<p><b>ИЦ «АКАДЕМСТРОЙИСПЫТАНИЯ» ПРОВОДИТ РАБОТЫ</b></p>	<p><b>МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сертификационные испытания строительной продукции:</li> <li>- <b>Минеральные вяжущие вещества</b> (известь строительная, гипс, цемент);</li> <li>- <b>Заполнители</b> (крупные и мелкие, природные и искусственные, плотные и пористые);</li> <li>- <b>Строительные материалы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стеновые (кирпич, камни и блоки керамические, силикатные, бетонные и из природного камня);</li> <li>- кровельные (черепица, шифер);</li> <li>- теплоизоляционные материалы (из минеральной ваты, из пенопласта, из ячеистых бетонов и т.д.);</li> <li>- отделочные и облицовочные материалы (керамические, из природного камня, бетонные, древесноволокнистые);</li> <li>- строительные растворы;</li> <li>- бетонные смеси и бетоны (тяжелые, легкие, ячеистые и т.д.);</li> <li>- бортовой камень и тротуарные плиты для дорожных покрытий;</li> <li>- кровельные и гидроизоляционные материалы;</li> <li>- мастики герметизирующие, кровельные, клеящие, изоляционные;</li> <li>- сухие строительные растворы и шпатлевки;</li> <li>- материалы лакокрасочные;</li> <li>- герметизирующие и уплотняющие материалы;</li> <li>- стеклопакеты клееные;</li> <li>- линолеум;</li> <li>- арматура, арматурные и закладные изделия;</li> <li>- <b>Дорожные материалы</b> (битумы, битумные эмульсии, щебеночно-песчаные и гравийно-песчаные смеси, минеральный порошок);</li> <li>- <b>Конструкции и изделия</b> бетонные, железобетонные, металлические, деревянные, полимерные.</li> </ul> </li> <li>• Проведение судебной экспертизы по вопросам качества в строительстве.</li> <li>• Разработка современных технологий производства эффективных строительных материалов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• испытания строительных материалов, изделий и конструкций;</li> <li>• подборы составов бетонов и растворов; по обследованию технического состояния зданий и сооружений;</li> <li>• по организации входного, операционного, приемочного и периодического контроля при производстве строительных материалов и изделий;</li> <li>• испытания глинистого сырья;</li> <li>• подборы составов и исследование свойств новых видов строительных материалов;</li> <li>• экспертные работы по проектной и сметной документации;</li> <li>• по разработке технических условий и технологических регламентов производства строительных материалов, изделий и конструкций;</li> <li>• по проектированию предприятий промышленности строительных материалов;</li> <li>• по разработке проектов производства работ (ППР) и проектов организации строительства (ПОС);</li> <li>• по инженерно-геологическим изысканиям грунтовых строительных материалов;</li> <li>• по лабораторным исследованиям грунтов и природных строительных материалов;</li> <li>• по испытаниям свай и грунтов</li> <li>• авторскому надзору за строительством объектов;</li> <li>• по геодезическому сопровождению строительно-монтажных работ;</li> <li>• по определению физико-механических характеристик металлических и железобетонных конструкций.</li> </ul>	<p><b>РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b></p>  <p><b>Испытательный центр «АКАДЕМСТРОЙИСПЫТАНИЯ»</b></p> <p>Аккредитован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии на техническую компетентность и независимость Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21-СМ37</p>
<p>Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, Тел.: 8 (863) 227-76-61 Факс: 8 (863) 263-53-10 E-mail: kozlov@rgsu.donpac.ru</p>	<p>Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, Тел.: 8 (863) 227-76-61</p>	<p>Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162, Тел.: 8 (863) 227-76-61</p>

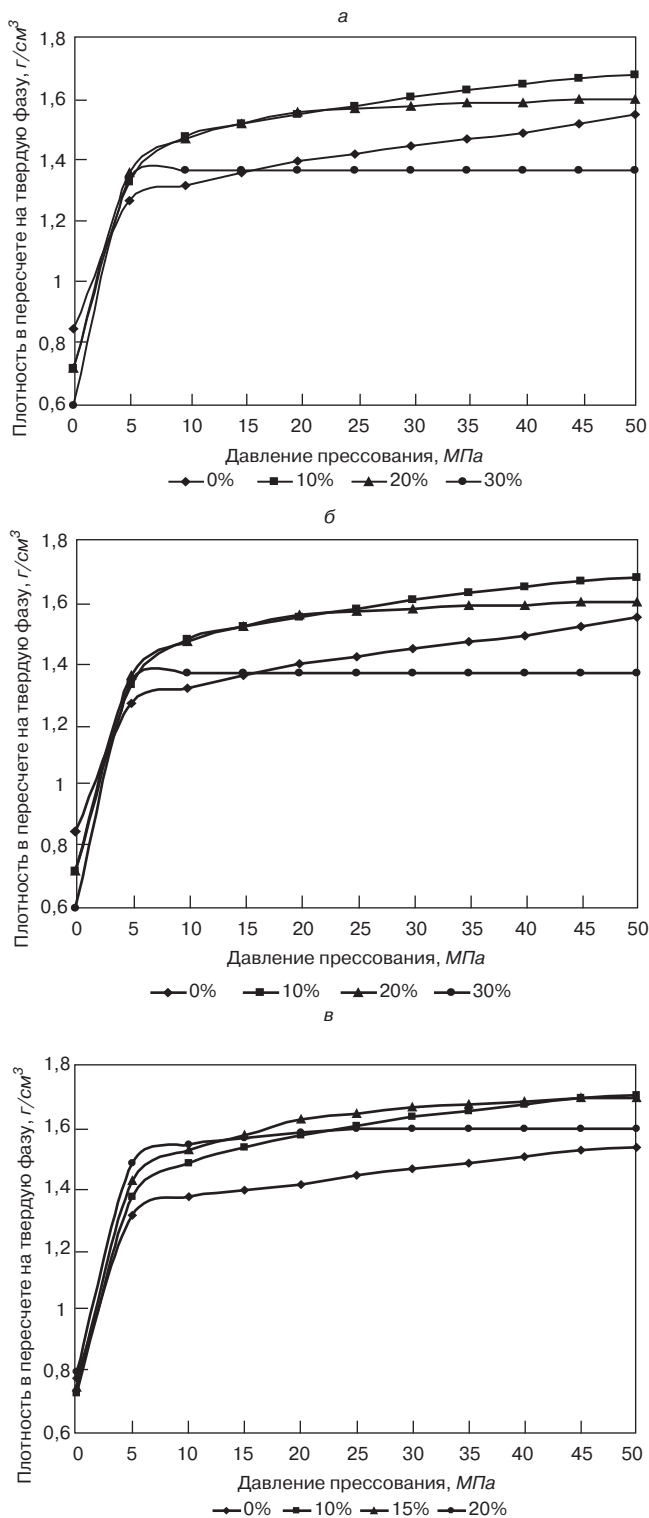


Рис. 1. Влияние давления прессования на плотность прессовок из порошка различной влажности на основе: а – опоки «нормальной»; б – глинистой опоки; в – карбонатной опоки

6. Прессование порошков с относительно невысокой влажностью (для опок глинистых и карбонатных менее 10–12%, опок «нормальных» менее 15–20%) приводит к появлению выпрессовочных трещин, образующихся за счет напряжений, возникающих при взаимодействии с пресс-формой в процессе выталкивания.

7. С увеличением влажности пресс-порошка увеличивается коэффициент сжатия. Для высокопористых

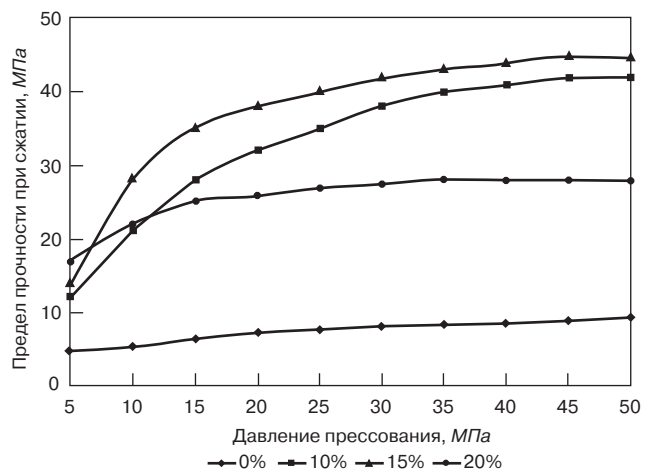


Рис. 2. Влияние давления прессования на прочность при сжатии обожженных образцов из порошка различной влажности на основе карбонатной опоки ( $T_{обж}=1050^{\circ}C$ )

«нормальных» опок он может достигать 1,8–2,3 единиц. Хорошие результаты для уменьшения коэффициента сжатия и снижения рисков появления дефектов прессования дает предуплотнение пресс-порошка с его грануляцией.

8. При прессовании пресс-порошков с влажностью ниже оптимальной практически независимо от удельного давления прессования разноплотность прессовки может достигать 4–6%. При двухстороннем прессовании это средняя часть прессовки. Данное обстоятельство существенно снижает физико-механические свойства изделия, несмотря на отсутствие видимых дефектов.

9. Попытки вывести единое уравнение прессования в изученных интервалах давлений для порошков на основе опокovidных пород показали, что существенное различие свойств исходного сырья обуславливает существенное различие коэффициентов (констант) в уравнениях. Достоверными могут быть только эмпирически установленные константы для каждого конкретного сырья. И определение этих констант должно быть необходимым условием при испытании сырья для получения кирпича способом прессования.

10. Для вовлечения опокovidных пород в производство стеновой керамики назрела необходимость в разработке универсальной методики лабораторных и технологических испытаний и рекомендаций, в первую очередь для геологических организаций, проводящих поисково-оценочные и разведочные работы.

#### Список литературы

1. Котляр В.Д. Опал-кristобалитовые породы (опоки) как новый вид сырья для керамики // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. 1995. № 2. С. 47–48.
2. Котляр В.Д., Талпа Б.В. Перспективные направления использования кремнистых пород Нижнего Дона в производстве строительных материалов // Строительный комплекс ЮФО. 2006. № 45 [351]. С. 8.
3. Патент на полезную модель 64559 РФ, МПК В28В 15/00. Технологическая линия для производства керамических материалов на основе кремнистых пород. В.Д. Котляр Опубл. 10.07.2007. Бюл. № 19.
4. Котляр В.Д., Талпа Б.В. Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики // Строит. материалы. 2007. № 2. С. 31–33.
5. Дистанов У.Г. Минеральное сырье. Опал-кristобалитовые породы. М.: ЗАО «Геоинформарк», 1998. 27 с.



САЛЕХАРД

18 - 19  
ФЕВРАЛЯ  
2010

Ямало-Ненецкий автономный округ

Шестая Межрегиональная  
специализированная выставка

# НЕДРА ЯМАЛА. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА. ЭНЕРГЕТИКА. ЖКХ

Организаторы:

Выставочная компания "СИБЭКСПОСЕРВИС-Н" г.Новосибирск,  
ГУ "Ямало-Ненецкий окружной музейно-выставочный комплекс им. И.С.Шемановского"

При поддержке:

Департамента строительства и архитектуры Ямало-Ненецкого автономного округа,  
Межрегионального Объединения Сибирских Электротехнических предприятий (МОСЭП)

Выставочная компания  
СИБЭКСПОСЕРВИС-Н

(383) 335-63-50 - многоканальный  
ses@math.nsc.ru www.ses.net.ru



БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА



# 17-19 марта 2010

XIV межрегиональная  
специализированная выставка

# БелЭкспоСтрой

Т./ф.: (4722) 58-29-51, 58-29-66, 58-29-68, 58-29-41

E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru; г. Белгород, ул. Победы, 147а



## Фирма Tecton GmbH Keramikanlagen представляет новейшие технологии на новом заводе фирмы LEIER в г. Петрованы (Словакия)

11 сентября 2009 г. состоялось официальное открытие нового завода по производству строительного кирпича фирмы LEIER International в г. Петрованы (Словакия)

Фирма LEIER International – семейное предприятие. Заводы фирмы, расположенные в Австрии, Венгрии, Польше, Хорватии и Румынии, производят бетонные монтажные блоки, различные виды кирпича и кровельные системы. Используя осмотрительную рыночную политику и постоянно обновляя ассортимент продукции, фирма LEIER в течение нескольких лет успешно занимает сильные позиции в сегменте производителей строительных материалов.

Фирма TECTON уже поставляла технологию сушки (скоростная сушилка типа LAMINARIS) и технологию совместно с ней работающего погрузочно-разгрузочно-оборудования для одного из заводов фирмы LEIER в Венгрии. Полученные результаты вдохновили вла-



дельцев предприятия на использование этой технологии на новом заводе в г. Петрованы. Новый завод производит 160 млн шт. кирпича нормального формата в год или 580 т кирпича в сутки.

Особенность применяемой концепции сушки в том, что кирпич выкладывается на сушильную вагонетку шириной всего лишь 700 мм. Поэтому здесь возможно использование всех преимуществ принципа сушки LAMINARIS. Минимальная необходимая глубина действия воздуха создает идеальные условия в каждой точке садки. Высокая скорость потока очень эффективна: через зоны пониженного и повышенного давления воздух проходит также и через отверстия в самом кирпиче. Таким образом, процесс сушки продолжается не более







На выставке CERAMITEC-2009. Слева-направо: г-н Пиший (фирма ANTON OHLERT GmbH & Co), г-жа Кампс (фирма TECTON), г-н Ванделли (инженер фирмы SYMBOL), г-н Эспозито (коммерческий директор фирмы TECTON)

5 часов. Наряду с гибкой технологией решающим преимуществом является небольшой размер сушилки и компактная система оборудования для погрузки-разгрузки сушильных вагонеток. В целом, по сравнению с традиционной сушилкой, необходима лишь 1/3 занимаемой производственной площади, что часто является решающим фактором при модернизации существующих заводов. При этом не менее важным является значительное сокращение издержек производства на здание сушилки и закладку фундаментов.

Применяемая технология обжига выполнена традиционно в виде туннельной печи длиной 140 м с системой сводовых горелок. Кирпичи при этом выкладываются на печную вагонетку шириной 8,2 м выступ к выступу на ребро для обеспечения оптимальной циркуляции воздуха. Это гарантирует хорошее выгорание поризующих добавок и получение равномерного цвета на поверхности кирпича. Для сушки и обжига теплотехнически связанным печи и сушилке необходимо 240 ккал энергии на 1 кг обожженного продукта.

Все части линии, конечно же, полностью визуализированы и связаны между собой сетью. Управление сушилкой и печью, а также сопутствующей транспортной линией осуществляется централизованно с ЦПУ. Состояние и результаты работы отдельных частей линии от формовки до упаковки, а также линии в целом могут быть запрошены и сохранены в архиве в любое время. В связи с возможностью свободного программирования, перенастройка линии на производство керамических изделий другого формата осуществляется всего в несколько приемов.

При производстве отдельных частей линии фирма TECTON GmbH Keramikanlagen вместе со своими партнерами – фирмами UNITED SYMBOL s.l.r., NOVOKERAM GmbH и INSTALAT B.V., уделяет большое внимание применению специальных ноу-хау, что является неоспоримым преимуществом при необходимости соответствия специальным требованиям и необходимости применения эффективных решений в области строительства линий для производства керамических продуктов, таких как:

- линии для производства облицовочного кирпича и клинкера;
- линии для производства раскальваемой плитки;
- линии для производства кровельной черепицы;
- линии для производства клинкерных облицовочных панелей и специальных изделий.

Свыше 25 лет UNITED SYMBOL создает машины и установки для индустрии вязкой глины и строительной керамики. За этот период созданы сотни автоматических погрузочно-разгрузочных линий для кирпича, кровельной черепицы, наборной и экструдированной плитки: каждая установка уникальна в своем роде и выполнена на заказ в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика.

Фирма NOVOKERAM GmbH, основанная в 1962 г., расположенная в Крумбах (Южная Германия), проектирует и выпускает сушильные установки для индустрии, производящей керамику. NOVOKERAM GmbH – специалист на международном рынке в области сушки сформованных пластическим способом керамических изделий.



INSTALAT проектирует, создает и обслуживает промышленные печи, сушилки, горелки, туннельные печи и печи периодического действия для огнеупорных материалов и керамики; горелки и системы управления печей с термообработкой для сталелитейных, литейных заводов и металлургической промышленности; оборудование горелок для печей, сушилок и печей периодического действия; транспортные системы для вагонеток печей и сушилок; системы управления процессом для всех типов печей, сушилок, транспортных систем; а также консультации и планирование.

**TECTON GmbH Keramikanlagen**

**Adolf-Kolping-Str. 30-32**

**86381 Krumbach Deutschland**

**тел.: +49-8282-88199-0**

**тел.: +49-8282-88-199-88 на русском языке**

**факс: +49-8282-88199-89**

**E-Mail: info@tecton-germany.de**

**Web: www.tecton-germany.de**

**Мы желаем всем нашим партнерам и коллегам счастливого Рождества и успехов в Новом году!**

# CERAMITEC 2009



20–23 октября 2009 г. в Мюнхене (Германия) состоялась 11-я Международная выставка машин, оборудования и сырьевых материалов для керамической промышленности и порошковой металлургии CERAMITEC. Данное выставочное мероприятие является одним из крупнейших специализированных форумов в области керамики и по праву занимает лидирующее положение в секторе строительной керамики.

Как и ожидалось, CERAMITEC-2009 отразила напряженную ситуацию в промышленности. Ее посетили около 15 тыс. специалистов более чем из 90 стран мира (в 2006 г. 22 тыс. посетителей из 106 стран). Наибольшее число посетителей приехало из Италии, Франции, Австрии, Чешской Республики, Ирана, Польши, Испании, Турции, России и Великобритании.

Несмотря на мировой финансово-экономический кризис число экспонентов выставки возросло – свою продукцию представили 656 компаний из 35 стран (в 2006 г. 612 экспонентов из 42 стран). Среди зарубежных участников бесспорным лидером стала КНР – 33 фирмы-экспонента.

На объединенном стенде свои разработки представили девять научно-исследовательских институтов, колледжи и университеты. В рамках выставки состоялся традиционный керамический форум с обширной программой, в которой следует отметить День тяжелой глины (научные исследования и технология строительной керамики) и секцию энергоэффективности и снижения себестоимости керамического производства. В общей сложности мероприятия форума посетили около 3 тыс. специалистов.

В преддверии проведения 2–4 марта 2010 г.

в Индии 5-й ежегодной выставки керамических материалов, машин и технологий (The 5th Annual Ceramic Materials, Machinery, Supplies & Technology Show), а также 1-й Индийской выставки кирпича и черепицы (The 1st India Brick & Roof Tile Exhibition) был проведен День Индии. Президент индийского общества керамики Свапэн Гуха высоко оценил профессиональный уровень, как экспонентов, так и посетителей выставки. Он отметил, что деловые контакты, установленные на выставке CERAMITEC, имеют большое значение для развивающейся индустрии керамики Индии.

Финансово-экономический кризис существенно затронул керамическую промышленность Германии в целом, и машиностроение для керамической промышленности в особенности. В выступлении на пресс-конференции Пауль Айрих (Paul Eirich), Председатель консультативного совета экспонентов, управляющий директор фирмы Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG., отметил, что по сравнению с 2008 г. число заказов германских машиностроительных фирм уменьшилось в общей сложности на 43%, причем внутренний объем снизился на 45%, а внешний на 41%. Несмотря на такое существенное снижение спроса число немецких производителей оборудования для керамической промышленности осталось устойчивым – 35–50 компаний, в зависимости от системы счета. Запас прочности немецких машиностроителей объясняется активным продвижением на рынки Азии и Восточной Европы, расширением сервисных услуг для клиентов, расширением сфер деятельности.

По мнению экспертов VDMA снижение объемов полученных заказов достигло нижней точки. Однако оживление спроса на продукцию машиностроительных ком-

паний можно ожидать пока только в сегменте запасных частей.

Экспозиция выставки была развернута в четырех павильонах: машины и оборудование для производства строительной керамики (B5); огнеупорные материалы, печи, сушилки, оборудование для сушки и обжига (A5); оборудование и технологии тонкой и технической керамики, порошковой металлургии (B6); сырьевые материалы, добавки, пигменты (A6).

Генеральным направлением деятельности фирм-производителей оборудования и разработчиков технологий стали снижение энергопотребления при производстве керамической продукции и повышение теплотехнических характеристик изделий с целью снижения теплопотерь построенных зданий. В связи с этим увеличилось количество предложений по модернизации оборудования, повышению эффективности сушки и обжига, дополнительной обработке готовой продукции (шлифование поверхностей, заполнение пустот теплоизоляционными материалами и т. д.).

Несмотря на некоторое уменьшение числа посетителей выставки многие экспоненты отметили их высокий профессиональный уровень и статус.





В 2007 г. издательством «Стройматериалы» был учрежден памятный знак-символ, девиз которого «Объединение профессионалов гарантирует успех». Он вручается партнерам журнала в знак благодарности за сотрудничество и содействие в развитии российской промышленности строительных материалов. В 2009 г. в торжественной обстановке выставки CERAMITEC этот знак признательности и благодарности был вручен нашим многолетним и надежным партнерам – немецким фирмам «Лингл» (LINGL) и «Келлер ХЦВ» (Keller H.C.W). Слева. Управляющий директор фирмы «Лингл» А. Лингл (в центре) с группой российских руководителей и специалистов керамических предприятий России. Справа. Главный редактор журнала «Строительные материалы» Е.И. Юмашева вручает знак-символ директору фирмы «Келлер ХЦВ» Л. Авербеку.



Более пятидесяти лет работает в керамической промышленности немецкая фирма **ROTHO**, которая специализируется в области сушки. На выставке фирма представила разработку 2009 г. – скоростную сушилку для кирпича X-Stream brick и сушилку с низким энергопотреблением EcoDry. Для равномерного распределения потоков воздуха в технологии X-Stream brick используются специальные сушильные вагонетки, на которые кирпич укладывается поперек направлению движения в один ряд.

Фирма **KERATEK Brakemeier** (Германия) представила высокотемпературную циркуляционную систему **TURBO BLOK 800**, предназначенную для оптимизации циркуляции печных газов и выравнивания температуры по объему печного канала. Компактность установки позволяет размещать ее между потолочными тягами. Производительность установки по газу составляет 3500 м<sup>3</sup>/ч, потребляемая мощность 1 кВт.

Встреча давних партнеров. Генеральный директор «Промстройпроект» А.Н. Полозов (слева) и управляющий директор К.-Х. Врайкемеер (K.-H. Brakemeier)



Впервые на выставке CERAMITEC был представлен стенд российского научно-технического журнала «**Строительные материалы**»®. Как и на других зарубежных выставках, стенд журнала стал местом встречи российских специалистов, приехавших из многих регионов страны. Посетители и экспоненты проявили большой интерес к журналу, как рекламной площадке для продвижения на российский рынок, а также к конференции КЕРАМТЭКС, которая в июне 2010 г. состоится в наиболее динамично развивающемся регионе – Краснодарском крае. →



Дружеские встречи на стенде немецкой фирмы «Браун» (Braun) – одного из самых известных производителей форм-оснастки для шнековых прессов. Вверху. Слева направо: А.Н. Полозов, генеральный директор «Промстройпроект» (Санкт-Петербург), Е.И. Юмашева, Е.Л. Лескова, Е.Ю. Комягина, руководитель представительства фирмы в России, Е.А. Полозов, технический директор «Промстройпроект». Справа. Слева направо: В.В. Гладкий, главный инженер завода стройматериалов «ЭТАЛОН» (Ленинградская обл.), В.Н. Геращенко, исполнительный директор Ассоциации производителей керамических стеновых материалов (Москва), В.К. Гладкий, генеральный директор завода стройматериалов «ЭТАЛОН», Ю.Б. Аришин, генеральный директор кирпичного завода «Стройтранссервис» (Пензенская обл.)



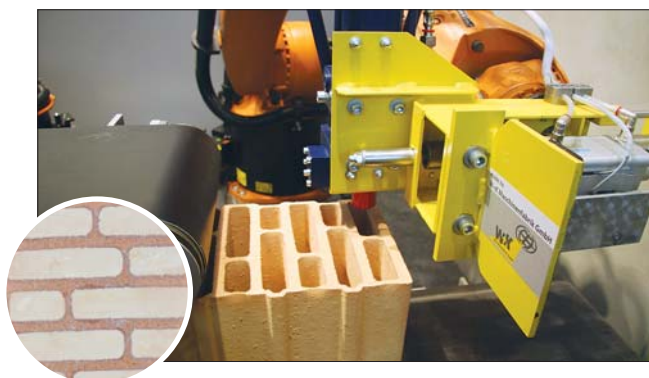
Известная итальянская фирма **Gruppo Capacciolli** дополнила линейку оборудования для керамической промышленности серий прессов ARAL. Их производительность варьируется от 25 до 90 т/ч. Конструкторы обеспечили оптимальное расположение всех органов, простой доступ к заменяемым частям и простоту инспекции наиболее важных узлов.



Кризис не стал помехой для участия в выставке основных игроков рынка, хотя и внес некоторые коррективы в состав участников. Например, новая итальянская компания СРТ, предлагающая комплексные проекты по строительству новых и реконструкции действующих производств, является объединением известных фирм с богатой историей и опытом работы в керамической промышленности – **COSMEC** и **Piccini**.



Среди индийских компаний можно выделить фирму **NEPTUN Industries**, которая осуществляет «под ключ» проекты по изготовлению оборудования для керамической, металлургической, строительной, энергетической и других отраслей промышленности. Штат компании составляет около 300 человек, оборот – более 10 млрд евро. Среди клиентов компании такие известные производители керамических материалов, как Cera, Росса, Wienerberger и др. Свою продукцию фирма экспортирует в США, Канаду, Англию, Францию, ОАЭ, Россию и многие другие страны.



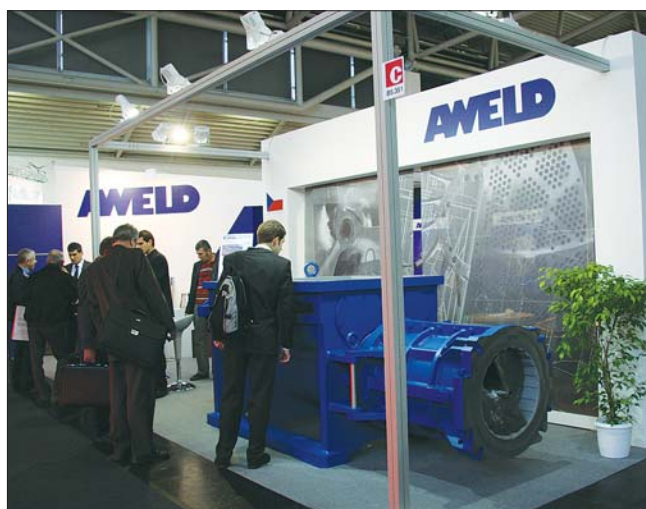
В отличие от многих узкоспециализированных фирм немецкая компания **W+K Maschinenfabrik GmbH** производит широкий спектр оборудования не только для производства керамического кирпича, но и силикатных изделий – силикатного кирпича, блоков, ячеистого бетона. На выставке CERAMITEC фирма представила линии по заполнению керамических блоков утеплителями: минеральной ватой и пенополиуретаном. Установки предназначены для заполнения блоков размером 300–490×297×249 мм с крупными сквозными отверстиями. Производительность до 1500 шт. кирпича в час. Они могут эксплуатироваться самостоятельно или интегрироваться в действующую производственную линию. В зависимости от типа пустотелого блока и вида заполнителя теплопроводность готового изделия может достигать 0,07 Вт/(м К).



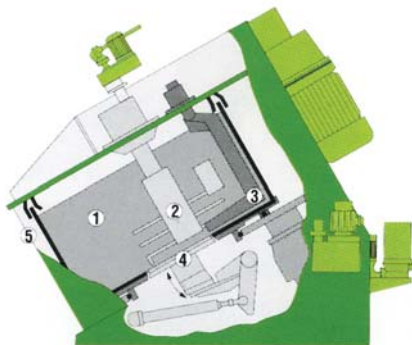
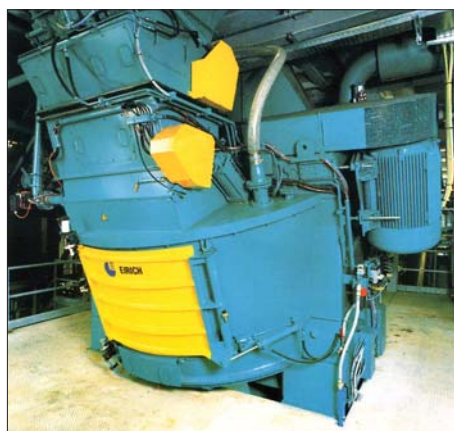
Профессиональное сотрудничество журнала с Р.З. Берманом началось в 1980-х гг. В настоящее время он является представителем в СНГ немецкой фирмы «Хендле» (Händle) и ряда других машиностроительных компаний.



Давним партнером журнала является известная швейцарская фирма «Фрейматик» (Freymatic AG), которая поставила в Россию уже около 30 резчиков различной конструкции и производительности. Слева направо: М. Шулер, руководитель по работе с клиентами, Е.И. Юмашева, Е.Л. Лескова, М. Брайтенмозер, руководитель конструкторского отдела



Широкий ассортимент массоперерабатывающего оборудования для кирпичных заводов продемонстрировала машиностроительная компания из Чехии **AWELD**. Внимание посетителей привлекали простота конструкции, надежность и относительно невысокая цена валковой дробилки, смесителя с фильтрующей решеткой, двухвального смесителя и кирпичного пресса. Все оборудование кореллируется между собой по производительности и может быть использовано как при строительстве новых, так и при реконструкции действующих производств. Также фирма выпускает отдельно шнеки для вакуум-прессов, производит наплавку износостойких покрытий, предлагает услуги по сервисному обслуживанию и капитальному ремонту оборудования.



Немецкая фирма **Maschinenfabrik Gustav Eirich** представила серию наклонных интенсивных смесителей типа R, которые могут работать как в периодическом, так и в непрерывном режиме. Смесители «Айрих» обладают рядом конструктивных особенностей, которые обеспечивают высокую надежность работы и прекрасный результат смешивания. Смесительный резервуар 1 расположен под углом к основанию, он вращается в направлении противоположного вращению эксцентрически расположенного вала с лопастями 2. В конструкции также предусмотрен специальный скребок 3, благодаря которому материал не прилипает к стенкам резервуара.



В рамках многопрофильного издательского проекта КЕРАМТЭКС редакцией журнала «Строительные материалы»® была организована поездка группы руководителей и специалистов российских производственных предприятий, инжиниринговых компаний, научно-исследовательских и учебных институтов для посещения выставки CERAMITEC и передовых кирпичных заводов Европы. В этом году нашими партнерами по организации производственных экскурсий стали известные немецкие машиностроительные компании «Келлер ХЦВ» и «Лингл».

В рамках программы наша группа посетила самый современный завод по производству керамических блоков в Европе в г. Гевлин (Чехия). К сожалению, владельцы предприятия не разрешили детальную фотосъемку на производстве, поэтому представляем вниманию читателей официальную информацию.

**Кирпичный завод «Хелуш» (Heluz)**, производительностью 800 т/день готовой продукции, расположенный в непосредственной близости от границы Австрии, официально был открыт в начале марта 2009 г. Его строительство продолжалось около 1,5 лет. Проектирование и изготовление части оборудования осуществляла фирма «Келлер ХЦВ». Оборудование для отделения массоподготовки было поставлено фирмой «Ритер».

В настоящее время на предприятии выпускаются блоки базового формата 380×247×238 мм с пустотностью 59% и средней плотностью 0,6 кг/дм<sup>3</sup> и 0,8 кг/дм<sup>3</sup>. Кроме этой продукции возможно производство различных видов стеновых блоков, внутренних стеновых панелей и звукоизоляционного кирпича.

Особенностью линии массоподготовки является распределитель материала, находящийся перед валковой дробилкой и обеспечивающий равномерное распределение



материала на вальцах, что позволяет избежать их неравномерного износа. Оборудование отделения массоподготовки подключено к пылеудаляющей установке, благодаря кото-

рой образующаяся пыль из фильтра непрерывно подается в поток материала на транспортере.

Туннельная сушилка имеет два регулируемых независимо друг от друга туннеля. Перед ними расположены накопители «мокрой» стороны. На выезде каждый туннель оснащен шлюзом. В каждом туннеле в промежуточном перекрытии установлены три осевых вентилятора. Сушилка разделена на 10 климатических зон в соответствии с режимом сушки. Приборы измере-



ния давления, влажности и температуры обеспечивают точную регулировку параметров среды сушки в зависимости от ситуации, например, при смене формата изделий.

Туннельная печь имеет въездной шлюз, благодаря которому в печи поддерживаются заданные параметры обжига. Печь оснащена сводовыми горелками и боковыми системами циркуляции газов.

Отработанные дымовые газы отсасываются вместе с полукочевыми газами со стороны въезда в печь и подаются на регенеративное термическое дожигание в теплообменные камеры с керамическим наполнителем, где происходит их нагрев, и в результате этого – возгорание органических веществ. Из камеры сгорания смесь направляется в теплообменник. Охлажденный и очищенный воздух выводится через дымовую трубу в атмосферу.

На предприятии установлены две шлифовальные машины. Учитывая, что в Европе уделяется огромное внимание повышению энергоэффективности вновь строящихся зданий, качество поверхности и точные размеры изделий становятся дополнительным конкурентным преимуществом на рынке, так как позволяют вести кладку блоков на специальный клей с использованием средств малой механизации.

Управление всем оборудованием осуществляется через разработанный и изготовленный фирмой Келлер ХЦВ центральный пульт управления и регулировки с программируемым управлением SIMATIC S7. Повышению безопасности производства способствует также услуга телесервиса. В случае сбоя специалист по сервису может непосредственно повлиять на управление оборудованием.



Мюнхен, новая ратуша



Зальцбург



Баден-Баден



При содействии фирмы «Лингл» наша группа посетила завод «Leipfinger Boder», который в 2009 г. отметил свое 25-летие. Как и многие другие заводы Германии, он выпускает широкий ассортимент керамических поризованных стеновых и перегородочных блоков, облицовочный кирпич, керамические сборные надоконные перемычки.

Предметом гордости фирмы «Лингл» является установленная на этом предприятии первая установка по заполнению мелких пустот сложной формы гранулированной минеральной ватой.

После шлифования блоки направляют на линию заполнения пустот. Гранулированную минеральную вату привозят на завод в мешках, которые выгружают в бункер установки. По конвейеру блоки поступают установке заполнения, верхняя каретка которой совершает возвратно-поступательные движения, насыпая гранулы минеральной ваты на поверхность блоков. Стол, на котором установлены блоки, постоянно встряхивается. Таким образом мелкие гранулы постепенно заполняют отверстия в блоке.

Затем блоки поступают на пост очистки от лишних гранул и на транспортер линии упаковки.

**Данная установка уникальна тем, что позволяет заполнять мелкие пустоты рядовых массово выпускаемых блоков.** Существующие установки ориентированы на заполнение крупных пустот. Блоки с такими пустотами выпускаются специально и без заполнения минеральной ватой, пенополистиролом, пенополиуретаном или вспученным перлитом в строительстве не используются.



В программе наших поездок всегда предусматриваются не только производственные, но и традиционные экскурсии. В этот раз мы совершили увлекательную экскурсию по Вене, посетили знаменитую Венскую оперу. В Зальцбурге навестили дом великого Моцарта. Во время короткой поездки познакомились с достопримечательностями Баден-Бадена.

Мы благодарим всех участников поездки за компанию, а наших партнеров за постоянную доброжелательную помощь и будем искренне рады видеть всех вновь на VIII Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭК-2010», которая состоится 1-2 июня 2010 г. в Краснодаре. До встречи, друзья!

*Е.И. Юмашева*

*В обзоре использованы фотографии автора, официальные фотографии выставки, С.А. Меркушкина*



## Успех фирмы КЕЛЛЕР ХЦВ ГмбХ на выставке CERAMITEC 2009

С 20 по 23 октября фирма КЕЛЛЕР ХЦВ ГмбХ приняла участие в выставке CERAMITEC

На стенде фирмы были представлены новейшие достижения в сфере автоматизации и манипуляции роботов, а также новые эффективные сушилки и печи; две модели новейшего оборудования: станок для шлифовки блоков и последняя разработка двойного экструдера.

Контингент посетителей выставки – это высокий международный уровень: гости и высокопоставленные лица из Америки, Азии, Европы.

Наплыв посетителей в дни работы форума был необычайно велик.

Фирма КЕЛЛЕР ХЦВ не сомневается в том, что по результатам работы этой выставки возникнут новые крупные проекты. Множество небольших заказов было обработано уже во время выставки.

В этом году на выставке CERAMITEC фирма КЕЛЛЕР ХЦВ в очередной раз имела огромный успех.



Стенд фирмы «Келлер ХЦВ»



**KELLER HCW**

**KELLER HCW GmbH**

Абонентный почтовый ящик 2064  
49470 г. Иббенбюрен-Лаггенбек Германия  
Представительство в России/СНГ:

Готфрид Ристль

Тел.: +7 495 258 39 35, тел./факс: +7 495 258 39 49, моб. тел.: +7 495 211 47 49  
ristl@keller-hcw.ru www.keller-hcw.ru



**8-10  
сентября  
2010 г.  
Казань**

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

**Телефоны:**  
(495) 557-30-11

**E-mail: gips@rescom.ru**

Российская гипсовая ассоциация  
Российское научно-техническое общество строителей  
Московский государственный строительный университет  
ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова  
Научно-исследовательский институт строительной физики  
ГУП «НИИМосстрой»

### Пятая Международная конференция «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»

Конференция посвящена 125-летию со дня рождения П.П. Будникова

**Тематика конференции:**

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

**В рамках конференции состоится:**

- годовое собрание членов Российской гипсовой ассоциации
- тематическая производственная экскурсия на ОАО «Камско-Устьинский гипсовый рудник»

Генеральный информационный спонсор: журнал

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ**



А.П. ПИЧУГИН, д-р техн. наук, В.А. ГРИШИНА, инженер (nadi-ara@mail.ru),  
И.К. ЯЗИКОВ, канд. техн. наук, Новосибирский государственный аграрный университет

## Физико-химические процессы в укрепленных грунтах

Используемые имитационные вероятностные модели давления с формулами, описывающими распределение вертикальных, горизонтальных и касательных напряжений от вертикальной сосредоточенной силы и по площади в грунте, предложенные И.И. Кондуратовым, в основном позволяют решать задачи для зернистых сред, какими представляются грунтовые массивы. Дальнейшее отражение этого направления нашло в работах отечественных и зарубежных ученых. Имитационные модели дают возможность представить напряженное состояние самого грунта и внешних нагрузок на него в различных сочетаниях. Однако для укрепленного грунта данный подход не всегда эффективен и применим. При заполнении пустот связующими материалами структура грунта хотя и остается пористой, но связи между агрегатами и микроагрегатами в ней устанавливаются благодаря физическим и химическим процессам, происходящим в системе грунт – вяжущее вещество. При этом грунт представляется как тело плотной упаковки. Установлено, что на поверхности частиц имеется слой адсорбированных катионов, способных обмениваться на катионы раствора, с которым соприкасается частица, обладающая поглотительной способностью. Это дает возможность при воздействии на грунт вяжущих материалов в результате проявления физико-химической поглотительной способности грунта существенно изменять его химические, физические и механические свойства.

Насыщение поглощающего комплекса двухвалентными или многовалентными катионами (Ca, Al) снижает его гидрофильность, способствует коагуляции тонкодисперсных частиц, что приводит к созданию прочного материала при введении в грунт портландцемента, битума и др. вяжущих. При укреплении грунтов вяжущими материалами и добавками других веществ также могут протекать и реакции химического поглощения веществ из раствора с образованием в порах грунта и на поверхности частиц нерастворимых и труднорастворимых в воде соединений. Такие реакции протекают при укреплении глинистых грунтов известью. В этом случае происходит физико-химическое поглощение катионов кальция и молекул  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с одновременным образованием труднорастворимого в воде  $\text{CaSO}_3$  [1, 2].

В исследованиях были использованы глинистые грунты как широко распространенные по всей территории Западной Сибири. Они представлены суглинками очень низкой прочности, тяжелым, пылеватым, твердым, слабопучинистым.

Твердые производственные отходы в виде золошлаковых смесей представляют собой дисперсный материал – разнопрочные гранулы и куски различной величины и формы. В работе использовались золошлаковые смеси, образованные от сжигания кузнечных углей марок Д (длиннопламенный) и Г (газовый) на ТЭЦ Новосибирска. Химические свойства и фазово-минералогический состав золошлаковых смесей определялись составом минерального вещества топлива и теми изменениями, которые оно претерпевало при высокотемпературной обработке в котлах ТЭС. Химический состав средней пробы (ГОСТ 5382–91) представлен в таблице.

В соответствии с вычисленным модулем основности (0,14), силикатным модулем (2,23) и коэффициентом качества (0,51) смеси относятся к кислым скрытоактивным золошлаковым материалам согласно действующей классификации. Характерной их особенностью является неоднородность частиц по размерам, конфигурации, цвету и структуре. Преобладают шарообразные частицы. Испытания проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 25592–91. Получены следующие результаты: содержание, мас. %, шлака 18,3–20,6; зерен золы и шлака, прошедших через сито № 0,315, – 65,7–69,2; зерен размером более 5 мм – 24,5–28,3; максимальный размер зерен шлака 22 мм; влажность 13,9–18,7%; плотность насыпная 936–988 кг/м<sup>3</sup>; потеря массы при прокаливании 7,4–9,7%.

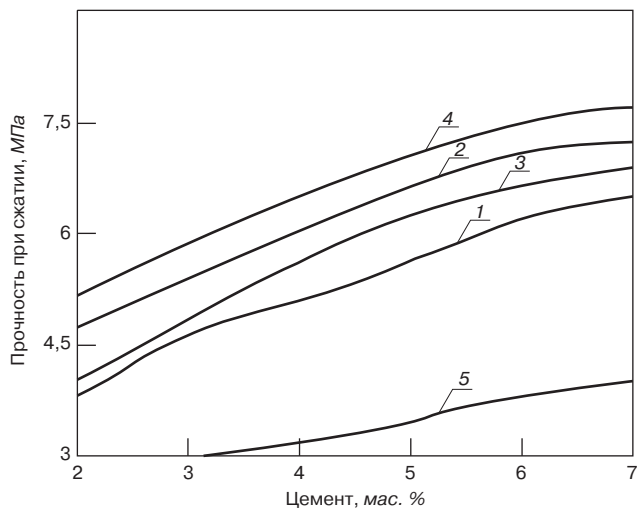
В качестве минерального вяжущего в работе был использован портландцемент 400 Д20 (Искитимский цементный завод), который соответствовал ГОСТ 310.1–81...310.4–81 и ГОСТ 5382–91 (таблица).

Альтернативное минеральное вяжущее представлено кальциевой известью, негашеной, комовой, 3-го сорта, медленногасящейся без добавок с насыпной плотностью 920–945 кг/м<sup>3</sup> и удельной поверхностью 3280–3650 см<sup>2</sup>/г.

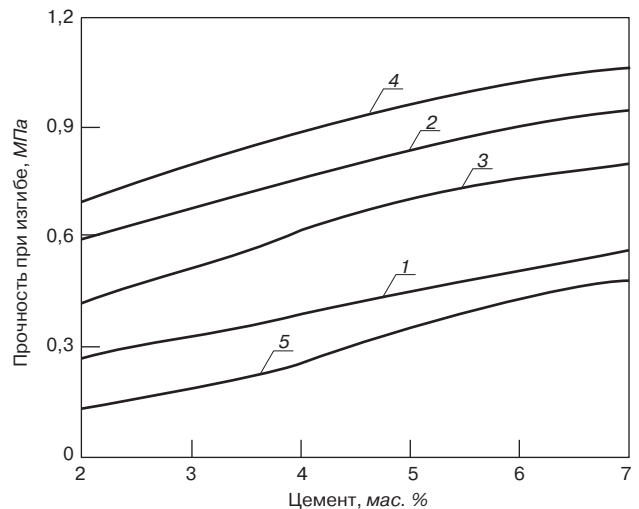
В качестве дисперсно-армирующей добавки в золошлакогрунте использовали сопутствующие производству асбестоцементных изделий (завод в г. Искитим Новосибирской области) отходы асбестоцементного производства (АЦП), представляющие собой крупнотоннажный шлам из гидратированного цемента на волокнах асбеста диаметром 0,002 мм и длиной 2–6 мм (таблица).

В качестве гидрофобизатора и модификатора цементогрунтовых смесей использовали промежуточный продукт глубокой химической переработки древесины

Наименование исходного сырья, мас. %	SiO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	ППП
Золошлаковая смесь	56,05	21,61	0,68	5,78	3,56	0,21	0,15	6,08	1,39	0,62	2,45	0,33	9,24
Цемент	29,26	7,29	0,02	0,65	3,41	0,06	0,15	54,23	1,52	0,13	0,77	1,48	0,59
Отходы АЦП	14,32	3,07	0,27	0,17	2,53	–	–	38,71	3,12	0,86	2,54	6,28	31,06
Суглинок	60,12	19,24	0,78	2,41	4,92	0,05	0,05	0,78	1,55	1,11	2,05	0,03	6,92
Песок речной	79,15	13,46	0,04	0,66	0,42	0,05	0,07	2,03	0,86	–	–	0,32	2,27



**Рис. 1.** Влияние содержания цемента на прочность укрепленного грунта при сжатии при введении добавок: 1 – зола (10%) + ОАЦП (5%); 2 – зола (10%) + ОАЦП (10%); 3 – зола (20%) + ОАЦП (5%); 4 – зола (20%) + ОАЦП (10%); 5 – без добавок



**Рис. 2.** Влияние содержания цемента на прочность укрепленного грунта при изгибе при введении добавок: 1 – зола (10%) + ОАЦП (5%); 2 – зола (10%) + ОАЦП (10%); 3 – зола (20%) + ОАЦП (5%); 4 – зола (20%) + ОАЦП (10%); 5 – без добавок

сульфатно-целлюлозного производства – талловый пек, который является нелетучей частью таллового масла при процессе ректификации. Для придания водорастворимых свойств пек обрабатывают раствором щелочи (омыление). Омыленный талловый пек (ОТП) производится в соответствии с ТУ 13-0281078-146–90 и по основному назначению выпускается двух марок: Б – для проклейки картона, древесноволокнистых плит, технических сортов бумаги; К – для производства сельскохозяйственных крелинов. По внешнему виду пек представляет собой хорошо растворимую в воде твердую массу коричневого или темно-коричневого цвета с температурой размягчения 70–85°С. Омыленный талловый пек содержит: жирных кислот – 31–34%; смоляных кислот 18–26%; окисленных веществ 13–17% и нейтральных веществ до 25–31%.

Во фракции смоляных кислот больше всего содержится абиетиновой и дегидробетиновой кислот, то есть по набору кислот пек близок к талловому лигнину и канифоли. Жирные кислоты пека представлены в основном насыщенными кислотами, преобладают олеиновая и линолевая кислоты, что соответствует их содержанию в исходном талловом масле.

Используемый в работе речной кварцевый песок Криводановского месторождения соответствует требованиям ГОСТ 8736–93 «Песок для строительных работ. Технические условия» и ГОСТ 8735–88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» и отнесен к мелким пескам (таблица).

При изучении золошлаковых смесей, минеральных вяжущих и укрепленных ими грунтов предпочтение отдавали многокомпонентному анализу, сочетающему химические, физические и физико-химические методы. В основе методов анализа лежат реакции образования малорастворимых в воде или легко растворимых в органических растворах соединений газообразных продуктов, окислительно-восстановительное взаимодействие, комплексообразование, нейтрализация, процессы электронных переходов в атомах, радиоактивность [1–3].

Оценку степени активности минеральных вяжущих осуществляли фотоэлектроколориметрическим методом с использованием видимого света в диапазоне длин волн 400–75 нм. Данный метод позволил определить содержание оксидов кремния, железа и алюминия. Идентификацию различных фаз в образцах исходных материалов и укрепленного грунта, определение изменения структуры укрепленного грунта проводили рент-

генофазовым методом на дифрактометре ДРОН-3 в лаборатории СО РАН ИХТТМ. Присутствие в исследуемых материалах различных фаз, обнаружение реакций взаимодействия выполняли дифференциальным термическим анализом (ДТА). Также проводили микроструктурный анализ образцов исходных материалов и укрепленного грунта.

При выборе состава укрепляющей грунт смеси с неорганическим вяжущими определяли дозировку основного вяжущего и устанавливали необходимость введения активных и микроармирующих добавок в зависимости от вида грунта, его физических и химических свойств. Физико-механические свойства смесей определяли по действующим методикам, а оценку качественных и количественных изменений устанавливали на опытных образцах. На рис. 1 показана зависимость изменения прочности при сжатии образцов укрепленного грунта от содержания вводимых компонентов. Установлено, что составы с добавкой золошлаковой смеси и отходов асбестоцементного производства положительно влияют на прочностные показатели цементогрунта. Оптимальные величины их содержания, обеспечивающие соблюдение требований стандарта для оснований дорог 2-го класса, мас. %: золошлаковая смесь 15–20%; отходы АЦП 8–12. При этом расход цемента может быть снижен до 4–6 мас. %. Такие составы грунтобетона обладают повышенными значениями прочности при изгибе, что является наиболее важным эксплуатационным качеством дорожного полотна. На рис. 2 видна роль золошлаковой смеси и отходов АЦП в увеличении прочностных показателей. Отходы АЦП здесь обеспечивают дисперсное армирование. Кроме того, повышение характеристик происходит за счет взаимодействия данных добавок как с цементом, так и с самим грунтом [ 2].

Известно, что цемент обеспечивает существенное изменение природных свойств обрабатываемого грунта. Глинистые его частицы утрачивают отрицательные свойства – способность к набуханию и размоканию в воде, пластичность и липкость. Пригодными для укрепления грунтов считаются пески, супеси и суглинки с числом пластичности до 17. Тяжелые суглинки и пылеватые глины малопригодны для укрепления цементом, поэтому в них следует вводить структурирующие добавки, обеспечивающие рациональный гранулометрический состав. Поскольку известь в виде  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  всегда образуется в процессе гидратации портландцемента, взаимодействие минералов извести

и глины оказывает влияние на взаимодействие между глиной и цементом в целом.

Цементирующий материал в смесях извести и глины образуется в результате карбонизации, а также химических реакций между компонентами глины и извести. Карбонат кальция цементирует частицы грунта и повышает их прочность.

Минералы, входящие в состав глин, обладают свойствами, которые обычно присущи пуццолановым добавкам. Образование извести в процессе гидратации цемента вызывает резкое повышение pH поровой воды вследствие растворения и диссоциации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , что, в свою очередь, повышает реактивную способность поверхности частиц, в состав которых входит диоксид кремния и глинозем. Ионы кальция соединяются с реактивным водным диоксидом кальция и глиноземом и образуют постепенно твердеющий цементирующий материал. При наличии золошлаковой смеси и отходов АЦП с высоким содержанием  $\text{CaO}$  процесс твердения укрепляемого грунта может происходить именно по этим принципиальным этапам. Ионы кальция, образующиеся при гидратации цемента, насыщают глинистое сырье кальцием и стремятся интенсифицировать коагуляцию, вызванную повышением общего содержания электролита при добавлении цемента. Гидрооксид кальция вызывает взаимодействие частиц глины и аморфных компонентов. Расстворившиеся диоксид кремния и глинозем вступают во взаимодействие с ионами кальция, в результате чего образуется дополнительный цементирующий материал. Результаты дифференциального термического анализа и полученные дифрактограммы компонентов укрепляемого грунта дают основание полагать о совместной работе компонентов по усилению укрепленного грунта. Кроме того, отмечено взаимодействие самих компонентов, добавляемых в укрепляемый грунт. Вполне отчетливо прослеживается усиливающая роль золошлаковой смеси с отходами АЦП, выражающаяся в смещении экзотермических и эндотермических эффектов в зону повышенной температуры, что свидетельствует о реакции усиливающего или термостабилизирующего плана [2, 3].

Наличие в грунте кислых гумусовых включений оказывает отрицательное влияние на процесс структурообразования цементогрунта, так как гумусовые вещества, обволакивая продукты гидролиза цемента, препятствуют процессу необратимых реакций, обуславливающих формирование кристаллизационных структур. В то же время наличие золошлаковых компонентов и отходов АЦП за счет содержания  $\text{CaO}$  способствует дополнительному укреплению каркаса цементогрунта. Это позволяет снизить расход основного дорогостоящего вяжущего вещества — цемента в 1,5–2 раза при обеспечении нормируемых показателей прочности, водостойкости и морозостойкости цементогрунтового основания. Наличие в супесях, суглинках и глинах тонкодисперсных частиц алюмосиликатного состава, а также активного кварца в условиях щелочной среды, вызванной наличием гидрата оксида кальция, приводит к образованию гидросиликатов — эти соединения обладают более высокими цементирующими свойствами, чем  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Исследования показали, что отрицательное влияние на грунт при укреплении имеет степень выраженности кислой или щелочной среды. При значениях pH менее 5 грунты не пригодны для укрепления портландцементом. Однако при использовании комплексных добавок, состоящих из цемента, золошлаковой смеси и отходов АЦП, за счет наличия большого количества  $\text{CaO}$  укрепляемый грунт может иметь прочную и качественную структуру при меньших значениях pH (3,5–4,5). При этом физические и химические процессы, происходящие в укрепленных грунтах, характеризуются сложным взаимодействием и многообразными образующимися

связями как в самом составе грунта, так и в укрепляющих материалах. На характер структуры также оказывают влияние параметры технологического процесса, особенно качество и степень уплотнения материала [2].

Процесс твердения грунтобетона с золошлаковой смесью, цементом и отходами АЦП условно можно разделить на две стадии:

- взаимодействие между клинкерными материалами и водой с образованием основной части цементирующего вещества и выделением свободной извести;
- взаимодействие выделившейся извести с золой уноса, содержащейся в золошлаковой смеси, и образование вторичных цементирующих новообразований.

На первой стадии процесс твердения протекает почти с такой же скоростью, как и в обычных бетонах. На второй — материал затвердевает гораздо медленнее, поэтому грунт с золошлаковой смесью и отходами АЦП, укрепленный цементом, способен наращивать прочность в течение длительного времени. Это зафиксировано физико-механическими и проведенными комплексными физико-химическими испытаниями образцов укрепленного грунта. Отмечено повышение термоустойчивости минеральных фаз и переход в зоны повышенной температуры на термограммах практически для всех переходных процессов экзо- и эндотермических эффектов. На дифрактограммах отмечены дополнительные пики, соответствующие образованию гидросиликатов кальция, что свидетельствует о положительном влиянии комплексных добавок на активизацию как золошлаковых смесей, так и отходов АЦП. Подтверждением усиливающего влияния комплексных добавок на укрепленные грунты явились микроструктурные исследования, показавшие более упорядоченную структуру материала.

Таким образом, использование комплексных добавок при укреплении грунтов для устройства оснований дорог можно считать весьма рациональным, так как при минимальном расходе цемента (4–5 мас. %) за счет введения отходов (золошлаковая смесь, отходы АЦП) при определенных технологических режимах могут быть получены грунтобетоны, соответствующие требованиям, предъявляемым для 2-го класса дорог. Получение более совершенных конструктивных строительных материалов для оснований дорог из укрепленного грунта, отвечающих эксплуатационным требованиям, может быть реализовано путем предварительного компьютерного моделирования, обеспечивающего возможность вариации многих факторов и позволяющих оптимизировать рецептурно-технологические параметры по всем предъявляемым требованиям. При этом могут быть оптимизированы затраты труда, подготовка компонентов, трудоемкость и энергоемкость технологических процессов, условия уплотнения и твердения и другие показатели.

**Ключевые слова:** укрепление грунта, отходы асбестоцемента, золошлаки, оптимальное содержание, физико-химические исследования.

#### Список литературы

1. Пичугин А.П., Язиков И.К. Грунтматериалы для сельского строительства: НГАУ. Новосибирск, 2000. 101 с.
2. Гришина В.А., Хританков В.Ф., Пичугин А.П. Использование комплексных добавок для укрепления грунтов в сельском строительстве // Строит. материалы. 2008. № 10. С. 36–38.
3. Гришина В.А., Язиков И.К., Пичугин А.П. Моделирование физических и физико-химических процессов, происходящих в грунте // Материалы и изделия для ремонта и строительства: Междунар. сб. научн. тр. Новосибирск, 2006. С. 114–117.

Д.А. АЮПОВ, инженер (ayupov\_damir@rambler.ru),  
 А.В. МУРАФА, канд. техн. наук, Ю.Н. ХАКИМУЛЛИН, д-р техн. наук,  
 Казанский государственный архитектурно-строительный университет

## Модификация дорожных битумов радиационными регенератами бутиловых резин

Наиболее важной проблемой в дорожном строительстве является повышение долговечности дорожных покрытий. Практика показывает, что разрушение асфальтобетона в процессе эксплуатации и при испытаниях происходит, как правило, по матрице, а разрыв крупных частиц щебня отмечается лишь в редких случаях [1]. В связи с этим долговечность дорожного покрытия во многом определяется качеством битумного вяжущего.

Полимерно-битумные композиции почти повсеместно заменили чисто битумные, однако введение полимерных добавок сильно удорожает материал. Поэтому заслуживает внимания использование дешевых отходов резины [1, 2]. Прямая модификация битума переработанной в крошку резиной возможна, она осуществляется сегодня, но все же недостаточно эффективна. Эксплуатационные показатели полученного таким образом промышленно выпускаемого материала Изол (ГОСТ 10296–71), как показала практика, оказались невысокими, что привело к появлению усовершенствованных аналогов. Вальцеванием и последующим каландрованием смеси из битума, дробленной резины, асбеста и пластификатора получают продукт с лучшими по сравнению с Изолом свойствами — Бризол (ГОСТ 17176–71). Результатом научных исследований и практики применения битумно-резиновых материалов стал вывод о том, что модификация битумов вулканизированной резиновой крошкой малоэффективна, так как она ведет себя в основном как наполнитель, то есть набухает, образуя центры эластичности, но не создает в битуме полимерной сетки. Поэтому резиновую крошку необходимо девулканизировать, превратив сетчатый полимер в линейный или в разветвленный.

Крупнотоннажным отходом резины являются вулканизаты бутилкаучука (БК), широко применяемого для производства автомобильных шин. Вид вулканизатов отличается в зависимости от типа вулканизирующей группы — серы или фенолформальдегидной смолы.

Известные способы их регенерации — паровой, водонейтральный и термомеханический сопровождаются разрушением основной цепи каучука, что приводит к потере ценных свойств [3]. Радиационный же метод,

закрывающийся в направленном воздействии  $\gamma$ -излучением или ускоренными электронами на резину, отличается тем, что получающийся регенерат однороден, содержит длинные углеводородные цепи каучука и идентичен по составу исходной резине. Кроме того, преимуществом данного метода является отсутствие отходов рафинирования, дорогих регенерирующих агентов и сточных вод. Под влиянием излучений высоких энергий полимеры претерпевают глубокие изменения вследствие одновременно протекающих процессов деструкции цепей и образования поперечных связей. Структурирование при этом обычно преобладает над деструкцией. Однако в том случае, когда основной структурной единицей полимера является группа, содержащая четвертичный атом углерода, полимер при облучении в большей степени подвержен деструкции, что обусловлено стерическими затруднениями при образовании полимерной цепи. К таким полимерам относится среди прочих БК и его вулканизаты [4].

Была осуществлена модификация нефтяных битумов радиационно-деструктированным БК. Показано, что уменьшение молекулярной массы БК в результате воздействия радиации приводит к лучшей совместности каучука и битума и, как следствие, к лучшим показателям свойств композиционного вяжущего. Однако с экологической и экономической точки зрения больший интерес представляет использование радиационных деструктантов резины, нежели каучука.

Авторами были изучены семь различных радиационных бутилрегенератов, полученных из предварительно измельченных до 0,3–0,5 мм диафрагменных камер, которые используются при производстве бескамерных шин. Облучение проводили при 80°C в воздушной среде. Степень регенерации резин оценивали величинами золь-гель-фракций. Средневязкостную молекулярную массу полимера в золь определяли из уравнения Марка-Куна-Хувинка. В табл. 1 приведены характеристики радиационных бутилрегенератов.

Из табл. 1 видно, что с увеличением степени облучения увеличивается и степень деструкции регенерата,

Таблица 1

Регенерат	Тип вулканизации	Вид облучения	Степень облучения, Мрад	Содержание гель-фракции, %	Молекулярная масса полимера перешедшего в золь
1	Смоляная	$\gamma$	5	50	8300
2	Смоляная	$\gamma$	9	15	7500
3	Смоляная	Электроны	5	50	8300
4	Смоляная	Электроны	15	0	—
5	Серная	Электроны	7,5	92	10000
6	Серная	Электроны	9	90	10000
7	Серная	Электроны	15	89	10000

Таблица 2

Концентрация, %	Температура размягчения, °С	Пенетрация, 0,1 мм	Дуктильность, см	Эластичность, %
0	$\frac{46}{46}$	$\frac{129}{129}$	$\frac{72}{72}$	$\frac{13}{13}$
1	$\frac{49}{50}$	$\frac{66}{95}$	$\frac{15}{14}$	$\frac{17}{19}$
3	$\frac{51}{52}$	$\frac{56}{85}$	$\frac{46}{12}$	$\frac{25}{26}$
5	$\frac{53}{55}$	$\frac{48}{85}$	$\frac{10}{8}$	$\frac{31}{33}$
7	$\frac{55}{58}$	$\frac{47}{80}$	$\frac{8}{8}$	$\frac{33}{33}$

Над чертой показатели для регенерата 1, под чертой – для регенерата 4.

Таблица 3

Регенерат 6	Температура размягчения, °С	Пенетрация, 0,1 мм	Дуктильность, см	Эластичность, %
0	46	129	72	13
1	47	87	21	20
3	48	67	17	26
5	54	65	9	27
7	56	62	7	30
11	62	62	4	30
15	64	65	5	30

уменьшается содержание гель-фракции, снижается молекулярная масса полимера в золе. Вид облучения при этом не играет существенной роли. Степень облучения 15 Мрад достаточна для того, чтобы гель-фракция в смоляных деструктантах исчезла и они стали растворимыми. Серные вулканизаты в отличие от смоляных обладают большей стойкостью к радиационному воздействию. Поэтому содержание геля в них значительно больше.

При отработке технологии получения композиций выяснилось влияние типа вулканизационной сетки. Регенераты резины при постоянном перемешивании вводили в битум БНД 90/130, нагретый до 170°С, в количестве 1–7%. Оптимальное время совмещения регенератов с битумом определяли по достижении максимальной температуры размягчения ( $T_p$ ) методом КиШ. Установлено, что  $T_p$  битума с регенератами смоляных вулканизатов как при  $\gamma$ -облучении, так и при облучении ускоренными электронами достигает максимума через 3 ч перемешивания, а с регенератами серных вулканизатов – через 1 ч. Композиции с серными регенератами гомогенные, в то время как гель, остающийся в смоляных вулканизатах, сильно затрудняет оценку свойств композиций. К примеру, размер частиц полимера соизмерим с площадью пенетрационной иглы.

Лучшая совместимость серных регенератов объясняется их низкой стойкостью к высокой температуре. В процессе перемешивания при 170°С разрушение серных поперечных связей продолжается до тех пор, пока весь модификатор не переходит в золь. Свойства композиций, полученных модификацией битума деструктантами смоляных вулканизатов (1,4; табл. 1), приведены в табл. 2.

Полученные значения позволяют сделать выводы, что необходимо стремиться к минимальному содержанию гель-фракции в модификаторе, при котором возрастает растворимость регенерата в битуме и повышается однородность всей системы. Степень облучения резины также влияет на степень деструкции модификатора, что подтверждается снижением содержания гель-фракции и молекулярной массы (табл. 1).

Как отмечалось выше, модификация серными регенератами позволяет сократить время совме-

нения добавок с битумом на 2 ч по сравнению со смоляными.

Степень облучения мало влияет на деструкцию серных вулканизатов, о чем можно судить по практически одинаковому как содержанию гель-фракции, так и величине молекулярной массы (табл. 1). В табл. 3 представлены свойства битума, модифицированного серным регенератом 6 (табл. 1):

Как видно из табл. 3, модификация серными регенератами более эффективна как по технологическим, так и по основным показателям свойств. Такие регенераты возможно вводить в битум до 15%, что экономически выгодно. Налицо эффект повышения температуры размягчения почти на 20°С и эластичности с 13 до 30%.

Таким образом, учитывая техническую эффективность, а также существенный экологический и ожидаемый экономический эффект, необходимо признать, что модификация дорожных битумов радиационными регенератами бутиловых резин, в особенности полученными из серных вулканизатов, является целесообразной. Результаты исследований позволяют рекомендовать разработанное битумно-полимерное вяжущее как для гидроизоляционных, так и для дорожных покрытий.

**Ключевые слова:** регенераты резины, модификация битумов, радиационный деструктант.

**Список литературы**

1. Руденский А.В., Шумик А.Л. Прочностные свойства асфальтовых вяжущих // Строит. материалы. 2008. № 6. С. 61–63.
2. Розенталь Д.А., Дронов С.В., Иванов А.А. Особенности приготовления полимербитумных композиций // Строит. материалы. 2004. № 9. С. 13–14.
3. Макаров В.М., Дроздовский В.Ф. Использование амортизированных шин и отходов производства резиновых изделий. Л.: Химия, 1986. С. 237.
4. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Твердое тело и полимеры. Прикладные аспекты. М.: Наука, 1987. 447 с.

З.О. ГАЛЛЯМОВА, А.В. МУРАФА, кандидаты техн. наук, В.Г. ХОЗИН, д-р техн. наук, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

## Битумно-полимерные вяжущие в асфальтобетонах

Свойства материалов, используемых во всех слоях дорожного покрытия, играют важную роль в продлении срока службы дорог. Рабочие характеристики дорожного покрытия с поверхностным слоем на основе битумного вяжущего зависят от ряда факторов, включая климатические условия и интенсивность движения. Ключевыми техническими параметрами, связанными с физико-химическими свойствами битумных вяжущих и соответствующих смесей, являются: деформационная стабильность, трещиностойкость, стабильность к старению и водостойкость. Несмотря на то что специалисты по битумным технологиям проводят исследования по смешиванию остаточных веществ переработки нефти в соответствии с требованиями технических условий, имеющиеся в настоящее время битумные вяжущие во многих случаях не отвечают указанным требованиям. Увеличение транспортного потока, нагрузок на ось, учет климатических характеристик, а также бюджетные ограничения – все это привело к интенсификации разработок по усовершенствованию модифицированных битумов для асфальтобетонов.

Для повышения качества дорожных битумов в настоящее время рекомендуется использовать дивинил-стирольные термоэластопласты (ДСТ) и стирол-бутадиен-стирольные (СБС) модификаторы. Однако дефицит этих модификаторов, дороговизна, а также недостаточная атмосферостойкость из-за содержания в основной цепи кратных связей сдерживают применение их в качестве модифицирующих добавок битума.

Для решения поставленной задачи разработки нового полимерно-битумного связующего авторами предложена модификация дорожных битумов смесевыми термоэластопластами (ТЭП), выпущенными по технологии проф. С.В. Вольфсона на АО «Кварт» (Казань). Результаты испытаний представлены в табл. 1.

В производстве асфальтобетонных смесей битумы марок БНД-90/130 и БНД-130/200 модифицировали выбранными термоэластопластами. Модификацию битумов проводили на асфальтобитумном заводе, где была смонтирована установка для интенсивного смешения битума с полимерами – роторно-пульсационный аппарат (РПА). Разрабатывали технологию введения модификаторов в битумы – температуру, время, концентрацию модификатора, а также рассматривали необходимость введения пластификатора (гудрона).

Термоэластопласт в гранулированном виде в количестве 4% вводили порционно в битум при 180°C. Сразу после заполнения емкости включали диспергатор (РПА), и композиция рециркулировала в течение 8 ч. В этих условиях полного растворения модификатора в битуме БНД 130/200 не произошло. Поэтому для достижения растворения полимера в битуме использовали в качестве третьего компонента гудрон. Таким образом, производили предварительное смешение ТЭП с гудроном в соотношении 1:2 при 180–200°C в емкости с включенным РПА в течение 20 ч. После полного растворения ТЭП в гудроне смесь перекачивали в смеситель с битумом БНД-130/200.

В результате опытно-промышленной оценки было установлено, что ТЭП полностью не растворяется в битуме БНД-130/200 даже в присутствии гудрона, тогда как в битуме марки БНД-90/130 происходит растворение ТЭП с образованием гомогенной смеси.

Таким образом, модификация дорожных битумов термоэластопластами приводит к положительному эффекту в изменении свойств асфальтобетонов на их основе. По комплексу технических свойств предпочтительнее модификация дорожного битума БНД-90/130. В результате существенно снижаются водонасыщение, набухание и повышается прочность.

На основе разработанных битумно-полимерных вяжущих, модифицированных ТЭП, изготовлены и испытаны асфальтобетонные смеси (АБС) в лаборатории треста «Каздорстрой». В табл. 2 представлены экспериментальные составы и результаты их испытаний. Приведены данные АБС на основе дорожных битумов БНД-90/130 (состав 2) и БНД-130/200 (состав 5), модифицированных введением ТЭП без гудрона, а также АБС на основе БНД-130/200, модифицированного ТЭП с гудроном 1:2 соответственно (состав 4).

Как видно из табл. 2, результаты испытаний асфальтобетонов на модифицированных вяжущих свидетельствуют о явном положительном эффекте при использовании термоэластопластов без гудрона и превосходят требования ГОСТ 9128–97. Максимально модифицирующий эффект (4% ТЭП) проявляется на битуме марки БНД-90/130.

Следует заметить, что АБС, модифицированный ТЭП без гудрона (состав 5), по всем показателям отвечает требованиям ГОСТ 9128–97 и на битуме марки

Таблица 1

БНД-90/130 +модифицирующие добавки	Дуктильность при 25°C, см	Эластичность, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	
				1 сут	42 сут
	42	7,4	1,0153	0,08	0,823
4%ТЭП	17	10,33	1,0162	0,08	0,69
6%ТЭП	19	12,8	1,0211	0,084	0,672
8%ТЭП	23	14	1,0231	0,092	0,658
10%ТЭП	31	27	1,0234	0,105	0,58
20%ТЭП	85	89	1,0239	0,112	0,479
4%ДСТ	28	10,3	1,0165	0,094	0,73
6%ДСТ	32	13	1,0268	0,097	0,71
8%ДСТ	36,3	15,2	1,0169	0,113	0,675
10%ДСТ	41	39	1,018	0,117	0,61
50%ДСТ	80	92	1,0232	0,298	0,54

Таблица 2

№№ составов	На 100% минеральной части	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Водонасыщение, %	Набухание, %	Предел прочности при сжатии, МПа				Коэффициент водостойкости
					R <sub>20</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>B20</sub>	R <sub>50</sub>	
1	БНД-90/130-5%	2,49	1,07	0,09	2,65	8,2	3,55	0,73	1,34
2	(БНД-90/130+4%ТЭП)-5%	2,47	1	0,01	4,18	11,3	4	1,3	0,96
3	БНД-130/200-5%	2,46	2,35	0,14	3	9,8	3,03	0,69	1
4	(БНД-130/200 + 6%ТЭП+гудрон)-5%	2,49	1,5	0,06	1,9	7,8	2,76	0,8	1,12
5	(БНД-130/200+4%ТЭП)-5%	2,41	1,55	0,05	3,62	11,7	4,1	1,22	1,03
6	ГОСТ 91280-97	-	1,5-4	0,5	2,5	11	-	1,2	0,9

БНД-130/200. Однако, как было отмечено выше, ТЭП без гудрона не полностью совмещается с битумом БНД-130/200. Разброс показателей, особенно набухания и прочности при 50°С, значительный, что говорит о неоднородности системы.

Таким образом, по результатам проведенных исследований и опытных испытаний АБС можно заключить что:

- модификацию битумов термоэластопластами следует проводить в две стадии: предварительное смешение ТЭП с битумом при 150–180°С в реакторе с мешалкой, использование РПА в режиме рецикла после предварительного растворения в реакторе ТЭП;
- наиболее подходящим для разработанных ТЭП является битум марки БНД-90/130, что подтверждается улучшенными характеристиками АБС на его основе.

На смонтированной установке выпущена опытная партия вяжущего для изготовления дорожных асфаль-

тобетонов с повышенными физико-механическими свойствами.

**Ключевые слова:** асфальтобетон, модификация битумов, дивинилстирольные термоэластопласты, гудрон, диспергатор.

**Список литературы**

1. Розенталь Д.А., Куценко В.И., Мирошников Е.П. Модифицирование битумов полимерными добавками // Строит. материалы. 1995. № 9. С. 23.
2. Платонов А.П. Полимерные материалы в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1993. 300 с.
3. Кузьменко Н.Т., Порадек С.В. Опыт создания производственной системы для модифицирования битума. Информавтодор: Информационный сб. М.: НИИНТИ, 1995. № 12. С. 12–14.



**СТРОЙ  
МЕХАНИКА**

**МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «СТРОЙМЕХАНИКА»**

**+7 (4872) 701 400**

Реклама



**Винтовые конвейеры серии «ВК»**



**Дисковые затворы**



**Предохранительные клапаны**



**Ленточные транспортеры серии «ЛК»**



**Рукавные фильтры**



**Шиберные затворы**



**Система аэрации силоса**



**Пережимной клапан SMA**



**Датчик уровня цемента серии SH**

**Машиностроительное предприятие «СтройМеханика», РФ, г. Тула, пос. Рудаково, ул. Люлина, д. 6А; Тел/факс +7 (4872) 701 400; e mail: info@penobet.ru www.stroymehanika.ru**

## Техногенный песок в дорожном строительстве

В настоящее время в России для выхода из финансового кризиса остро стоит вопрос о создании новых рабочих мест. Одним из путей решения данной проблемы является дорожное строительство. Особенно это актуально, так как большинство автомобильных дорог требует текущего и капитального ремонта.

Новый этап развития и становления дорожной сети России характеризуется переходом на создание сложных композитных конструкций дорожных одежд полифункционального значения, которые обеспечивают повышенную комфортность, долговечность и высокие транспортно-эксплуатационные свойства автомобильных дорог. Такой качественный скачок возможен за счет реализации концепции перехода на строительство укрепленных конструкций дорожных одежд. Снижение материалоемкости и себестоимости строительства подобных дорогих инженерных сооружений возможно за счет применения местных сырьевых ресурсов, и в первую очередь техногенного сырья. Стоимость строительных материалов для строительства автомобильных дорог составляет около 20%. На территории многих регионов Российской Федерации ощущается дефицит щебня и качественного песка.

Это предопределяет необходимость широкого использования для строительства автомобильных дорог мелкозернистых бетонов (МЗБ) с использованием местного сырья и отходов промышленности. Недостатком применения тонкодисперсных песков является вынужденный перерасход вяжущего. Для снижения расхода самого дорогостоящего компонента бетонной смеси — цемента актуальной является разработка композиционных вяжущих веществ, обладающих широким диапазоном активности, что позволяет эффективное их использование при строительстве как покрытий, так и оснований автомобильных дорог [1].

Применение мелкозернистого бетона на основе композиционных вяжущих и наиболее крупнотоннажного техногенного сырья — отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (ММС) для устройства укрепленных оснований позволит не только исключить дорогостоящий щебень, но и в значительной степени улучшить экологическую обстановку благодаря утилизации отходов, сотни миллионов тонн которых скопились в отвалах и хвостохранилищах горнодобывающих и горно-обогатительных комбинатов РФ.

С учетом требований к материалам, технологиям и существующему в дорожно-строительных организациях оборудованию была разработана широкая номенклатура составов мелкозернистых бетонов на основе вяжущих низкой водопотребности (ВНВ), тонкомолотых цементов (ТМЦ) и портландцемента для строительства оснований автомобильных дорог [2]. В табл. 1 приведен состав и свойства бетона для строительства оснований автомобильных дорог.

Проведены стандартные испытания ВНВ и установлено, что нормальная плотность находится в пределах 15–18% в зависимости от вида и количества наполнителя, сроки схватывания по сравнению с обычным портландцементом увеличиваются на 3–3,5 ч.

Для укрепленных оснований автомобильных дорог методом укладки используются жесткие бетонные смеси с расходом цемента 8–16% от массы бетона, что составляет 200–360 кг/м<sup>3</sup>, и маркой цемента до ЦЕМ II/A-Ш32,5Н. При этом модуль упругости основания колеблется от 400 до 800 МПа, предел прочности при сжатии от 1,2 до 2–3 МПа. В табл. 2 приведены свойства бетонных смесей и бетонов на ТМЦ для строительства оснований автомобильных дорог.

Разработан состав мелкозернистого бетона с использованием ТМЦ-30 и суперпластификатора СБ-3 в количестве 0,4%, позволяющий получить композит с пределом прочности при сжатии 6,2 МПа. Таким образом, расход клинкерной составляющей снижается почти в два раза при одновременном повышении качества бетона. Общее содержание отходов ММС железистых кварцитов достигает 1850 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона.

Мелкозернистые бетоны, используемые для строительства укрепленных оснований методом укладки, отличаются несколько большим водовязущим отношением и соответственно большим расходом вяжущего.

Наибольшая пористость у мелкозернистых бетонов, используемых для укрепления щебеночных оснований высокопроницаемыми смесями, у которых водовязущее отношение достигает 0,7. Для этих бетонных смесей используется вяжущее более высоких марок ТМЦ и ВНВ — 50–70, а для высокопроницаемых смесей с использованием ТМЦ рекомендуется обязательное применение суперпластификаторов.

Широкий спектр предлагаемых составов позволяет дорожным организациям в зависимости от име-

Таблица 1

Вид вяжущего	Вода, л/м <sup>3</sup>	ВНВ, кг/м <sup>3</sup>	В/В	Отходы ММС, кг/м <sup>3</sup>	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа
ВНВ 20	245	500	0,49	1741	2486	10,6
ВНВ 20	242	515	0,47	1744	2501	12,5
ВНВ 20	244	556	0,44	1714	2514	15,6
ВНВ 40	268	517	0,52	1721	2506	15
ЦЕМ II/A-Ш32,5Н	290	500	0,58	1690	2480	8

\* Данная работа выполнялась при финансовой поддержке в форме гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых. МК-3123.2008.8 «Разработка теоретических принципов повышения эффективности мелкозернистого бетона с использованием техногенных песков для жилищного строительства».



Таблица 2

Вид вяжущего	ТМЦ-30	ТМЦ-30	ТМЦ-30	ТМЦ-30	ТМЦ-70	ТМЦ-70	ТМЦ-70	ТМЦ-70
Количество добавки суперпластификатора СБ-3, %	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
Количество цемента, кг/м <sup>3</sup>	470	470	520	520	670	670	750	750
Количество песка, кг/м <sup>3</sup>	1530	–	1500	–	1360	–	1300	–
Количество ММС, кг/м <sup>3</sup>	–	1530	–	1500	–	1360	–	1300
В/Ц	0,45	0,5	0,45	0,5	0,45	0,5	0,45	0,5
ОК, см (Ж, сек)	(5)	(5)	6	6	10	10	20	20
Прочность при сжатии, МПа	8,1	6,2	8,5	6,3	19,3	18,7	16,4	14,8
Плотность смеси, кг/м <sup>3</sup>	2355	2506	2329	2566	2362	2588	2431	2626
Плотность бетона, кг/м <sup>3</sup>	2341	2487	2359	2497	2334	2486	2491	2498

Таблица 3

СБ-3	В/Ц	ОК, см	R <sub>сжт</sub> , МПа (28 сут)	Морозостойкость, циклов	Коэффициент морозостойкости	Водопоглощение, %
–	0,45	3	39	150	0,89	3,2
0,4	0,45	20	42,1	175	0,9	3
0,4	0,358	3,5	53,9	300	1,15	2,2

ющегося в наличии оборудования и материалов выбирать необходимую технологию строительства укрепленных оснований. Составы мелкозернистых бетонов разработаны таким образом, чтобы их можно было использовать для укрепления щебеночных оснований, построенных из некондиционных пород. Ведь при вскрытии каждого из месторождений скальных горных пород в отвал вывозятся породы, которые не удовлетворяют требованиям стандартов по прочности, морозостойкости, содержанию включений и т. д. Применение мелкозернистого бетона с некоторым перерасходом вяжущего (на 20–50 кг/м<sup>3</sup>) позволяет утилизировать и некондиционные скальные породы при строительстве укрепленных оснований автомобильных дорог.

Важнейшим показателем, обеспечивающим долговечность бетона, является морозостойкость, которая определяется множеством факторов, важнейшими из которых являются состав и строение цементного камня, характеристика порового пространства. Особенно актуальным является исследование этих параметров для мелкозернистых бетонов на техногенных песках, и в первую очередь на отходах ММС железистых кварцитов, которые относятся к полиминеральным, полидисперсным и высокожелезистым.

Состав и строение цементного камня оказывают большое влияние на водопоглощение и морозостойкость бетонов. Для анализа бетонные смеси готовили при водоцементном отношении, равном В/Ц эталона без добавки, а так же при снижении В/Ц для равноподвижных смесей (табл. 3).

Водопоглощение образцов мелкозернистых бетонов на основе ТМЦ-70 с использованием отходов ММС с добавкой СБ-3 почти в 1,5 раза меньше, чем у бетонов без введения суперпластификатора, и почти в 2,2 раза меньше, чем у образцов на основе портландцемента Белгородского завода ЦЕМ I 42,5 Н. Это объясняется оптимизацией поровой структуры цементного камня на основе ТМЦ-70 и суперпластификатора СБ-3.

Исходя из теории механизма морозного разрушения бетона морозостойкость определяется структурой цементного камня и характером порового пространства. Увеличение морозостойкости мелкозернистого бетона на основе ТМЦ-70 с СБ-3 при сокращении водопотребности объясняется уплотнением структуры бетона и уменьшением капиллярной пористости. При постоянном водоцементном отношении возрастание морозостойкости объясняется увеличением объема условно замкнутых пор в бетоне. Таким образом, применение модифицированного вяжущего с использованием полиминерального техногенного песка и суперпластификатора СБ-3 позволяет получать большее количество мелких, сферических, закрытых, равномерно распределенных по объему пор за счет изменения поверхностного натяжения на границе твердое тело – жидкость, что в конечном счете и приводит к повышению морозостойкости мелкозернистого бетона.

При эксплуатации изделий из бетона в дорожном строительстве, так же как и в морских сооружениях, на предприятиях химической промышленности и т. д. большое значение имеет стойкость бетона в агрессивных средах. Условие капиллярного подсоса раствора со-

Таблица 4

Концентрация СБ-3, %	В/В	ОК, см	Высота высолов, мм						
			сут						
			7	14	21	28	35	49	63
–	0,45	3	67	76	77	79	82	87	92
0,4	0,45	20	67	72	72	76	78	84	86
0,4	0,36	3	63	68	69	70	72	74	78

Таблица 5

Плотность, кг/м <sup>3</sup>			Предел прочности при сжатии, МПа			Начальный модуль упругости, МПа	Призмная прочность при сжатии, МПа
в состоянии естественной влажности	в водонасыщенном состоянии	после испытаний на морозостойкость	в состоянии естественной влажности	в водонасыщенном состоянии	после испытаний на морозостойкость		
2436,98	2621,13	2547,71	2,8	2,83	2,77	3025,65	2,23
2446,73	2561,71	2560,96	4,41	4,24	4,15	4576,15	6,04
2486,08	2573,47	2599,77	7,78	8,3	8,1	7846,62	16,77

лей при наличии испаряющейся поверхности является одним из самых агрессивных по отношению к бетону. В процессе испытания соли, входящие в состав подсыхающего раствора, остаются в порах бетона. Постепенно скорость влагопереноса снижается, однако происходит дальнейшее накопление солей в порах бетона, что ведет к постепенному увеличению внутрипорового кристаллизационного давления.

С целью ускорения коррозионных процессов испытания проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 27677–89 в 5% растворе сульфата натрия с содержанием иона SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 3400 мг/л. В качестве контрольного образца использовали бетон без СБ-3. Образцы после 28 сут нормального твердения погружали в раствор сульфата натрия на глубину 5 см. В процессе испытания с интервалом в 7 дней измеряли высоту высолов и массу образцов.

В табл. 4 представлена высота высолов бетона на основе ТМЦ-70 (ММС) в условиях капиллярного подсоса.

У контрольного состава незначительное разрушение поверхностного слоя наступило через 30–35 сут после начала испытания. В бетонах с СБ-3 при постоянном водовяжущем отношении стойкость увеличивается незначительно, при его снижении стойкость бетона в агрессивной среде значительно повышается. Это объясняется в первую очередь уменьшением открытой капиллярной пористости и наличием внутри тела бетона равномерно раскрытых пор, компенсирующих (гасящих) кристаллизационное давление солей.

Таким образом, показано, что стойкость мелкозернистых бетонов на основе тонкомолотых цементов с введением суперпластификатора СБ-3 для равноподвижных бетонных смесей в условиях капиллярного подсоса в агрессивных средах значительно повышается, что обусловлено уменьшением открытой пористости и образованием более плотной структуры бетона.

На основе подобранных составов мелкозернистого бетона были проведены опыты по укреплению щебеночных оснований. Испытания проводились согласно требованиям ВСН 184–75. На 28 сут испытывали образцы на прочность при сжатии в состоянии естественной влажности, в водонасыщенном состоянии и после испытаний на морозостойкость. По окончании твердения образцы испытывались на определение начального модуля упругости и призмной прочности. По результатам испытаний (табл. 5) можно сделать вывод, что все составы удовлетворяют требованиям для оснований автомобильных дорог IV категории.

Также образцы всех составов выдержали 15 циклов попеременного замораживания–оттаивания, что удовлетворяет требованиям ВСН 185–75 для нижних укрепленных оснований IV категории дорог в умеренных климатических условиях. Коэффициент морозостойкости, который равен отношению предела прочности образцов после испытаний на морозостойкость к пределу прочности контрольных образцов, составил 0,97 и 0,98. Коэффициент размягчения изменяется от 0,94 до 0,99.

Таким образом, использование мелкозернистого бетона на основе композиционных вяжущих и отходах

ММС железистых кварцитов для строительства укрепленных оснований автомобильных дорог позволит значительно снизить себестоимость строительства и улучшить экологическую обстановку в регионе.

**Ключевые слова:** техногенный песок, дороги, строительство, мелкозернистый бетон.

Список литературы

1. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. М.: Высшая школа, 2002. 701 с.
2. Вяжущие низкой водопотребности с использованием отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов / Баженов Ю.М., Гридчин А.М., Лесовик Р.В., Строкова В.В. // Материалы VI международного симпозиума Освоение месторождений минеральных ресурсов и подземное строительство в сложных гидрогеологических условиях: вопросы осушения и экология. Специальные горные работы и геомеханика. Белгород: ВИОГЕМ, 2001. Ч. II. С. 557–561.

В.Г. ЗВЕДГЕНИЗОВ, д-р техн. наук, ИрГТУ,  
А.И. НИЖЕГОРОДОВ, канд. техн. наук (nastromo\_irkutsk@mail.ru),  
ООО «Квалитет» (Иркутск)

## Эффективность использования многомодульных модификаций электрических печей для обжига вермикулита

В экономиках развитых стран вермикулит применяется для производства более ста восьмидесяти наименований продукции. Основные объемы вермикулитовых концентратов производятся в ЮАР и США, а их потребление экономикой последней достигает 0,5 млн т в год, тогда как наш основной производитель – ОАО «Ковдорслода» ежегодно реализует 35–45 тыс. т. В России переработка вермикулита и производство материалов на его основе находятся пока на этапе становления.

Движущей силой в развитии вермикулитоперерабатывающей промышленности являются предприятия малого бизнеса, следовательно, технологии и оборудование, должны соответствовать их масштабам. При переработке вермикулита базовой является технология обжига, которая должна обеспечивать экологическую и промышленную безопасность производства, качество и экологическую чистоту продукта, а оборудование – быть простым, компактным, эффективным, удобным в эксплуатации и недорогим. Поэтому новая концепция электрических модульно-спусковых печей открывает возможность их широкого внедрения в различных отраслях вермикулитоперерабатывающей промышленности [2, 3, 4, 5, 6].

В работе [6] дано теоретическое обоснование использования новых многомодульных модификаций таких печей, направленное на достижение более низких показателей энергоемкости и повышение их надежности.

В данной статье приведены основные результаты исследований, подтверждающие возможность создания малоэнергоемких конструкций, и сформулированы задачи дальнейших исследований, направленные на повышение их надежности.

Модульно-спусковые печи представляют собой конструкции с сопряженными наклонными модулями, обеспечивающими пересыпание в процессе обжига вспучиваемого вермикулита с одного на другой [2, 3, 4, 6].

Модули имеют специальную конструкцию, рис. 1. Основание и стенки рамы выложены огнеупорными элементами 1, на них размещены излучатели 2, закрепленные на изоляторах 3 и соединенные последователь-

но. Термокрышка 4 замыкает модуль и образует пространство обжига 5.

Важнейшей характеристикой модуля является температурно-токовая зависимость. Исходя из закона температурного излучения [1] и выражения для удельной мощности излучающих элементов  $e_s$ :

$$e = \sigma T^4, \text{ Вт/м}^2;$$

$$e_s = N_m / S_\Sigma$$

( $e$  – удельная мощность излучения абсолютно черного тела,  $T$  – абсолютная температура;  $\sigma$  – постоянная Стеффана–Больцмана [1];  $N_m$  – электрическая мощность;  $S_\Sigma$  – суммарная площадь поверхности излучателей) и приравняв  $e$  к  $e_s$ , получим выражения:

$$e_s = N_m / S_\Sigma = N_m / n(2l + 2l_0 + \pi r) 2\alpha; \quad (1)$$

$$\sigma T^4 = I_{\text{на}} U / n(2l + 2l_0 + \pi r) 2\alpha, \quad (2)$$

где  $N_m = I_{\text{на}} U$ ;  $I_{\text{на}}$  и  $U$  – сила тока и напряжение;  $S_\Sigma = n(2l + 2l_0 + \pi r) 2\alpha$ ,  $n$  – количество излучателей,  $l$  и  $l_0$  – длина излучателя на огнеупорной поверхности и за пределами модуля;  $r$  – шаг излучателей;  $\alpha = s + t$  (толщина и  $t$  – высота излучателя).

Формула (1) определяет удельную мощность температурного излучения с единицы площади поверхности излучающего элемента.

Решая уравнение (2) относительно температуры, получим выражение температурно-токовой зависимости:

$$T = \frac{4}{\sqrt{(I_{\text{на}} U) / \sigma n(2l + 2l_0 + \pi r) 2\alpha}}. \quad (3)$$

Подставляя в (3) значения параметров опытно-промышленной шестимодульной печи ( $\alpha = 0,011$  м;  $n = 10$  шт.;  $l = 0,345$  м;  $l_0 = 0,02$  м;  $I_{\text{на}} = 100$  А;  $U = 220$  В), получаем температуру  $947^\circ\text{C}$ . Аналогично, для опытно-промышленной трехмодульной печи ( $\alpha = 0,012$  м;  $n = 10$  шт.;  $l = 0,95$  м;  $l_0 = 0,02$  м;  $r = 0,056$  м;  $I_{\text{на}} = 185$  А;  $U = 220$ ), получаем  $822^\circ\text{C}$ .

На рис. 2 показаны расчетные зависимости (графики 1 и 3) температуры на поверхности излучателей от токовой

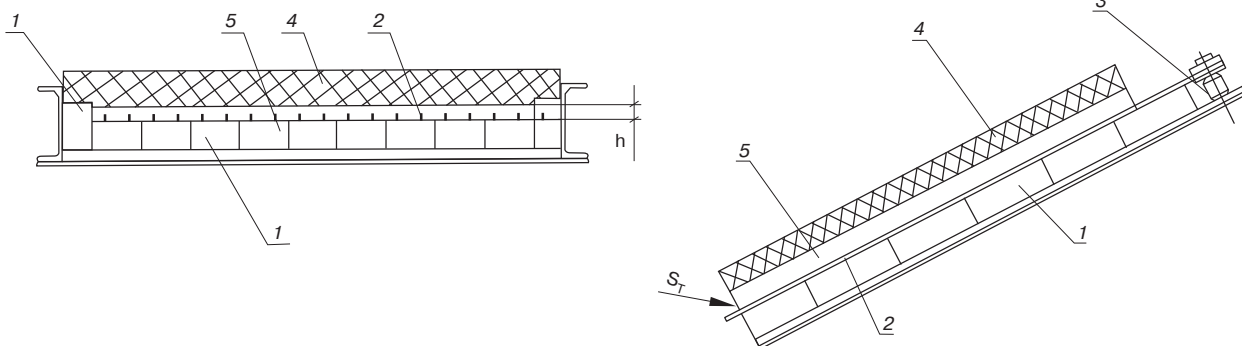


Рис. 1. Конструкция спускового модуля: поперечный (слева) и продольный (справа) разрезы

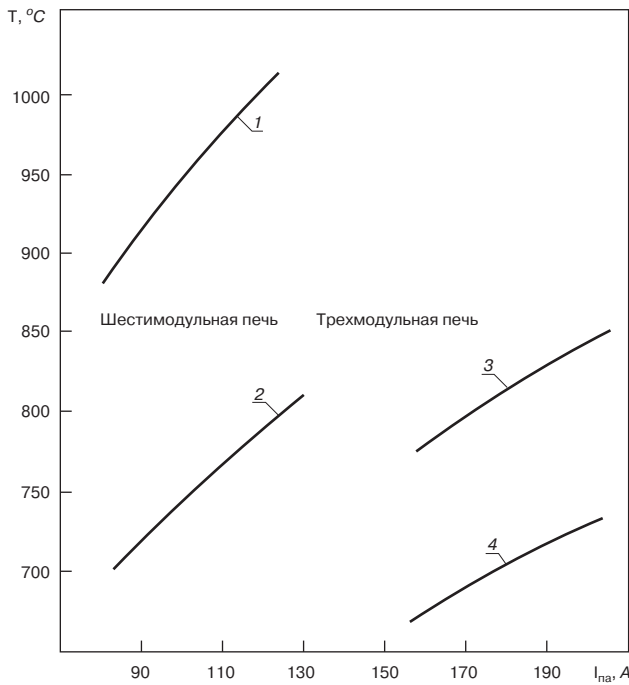


Рис. 2. Графики зависимости температуры на поверхности излучателя от токовой нагрузки печного агрегата

нагрузки печного агрегата, построенные по выражению (3), но они соответствуют идеальному излучателю и не могут дать точного решения данной инженерной задачи.

Если соотнести площадь открытых для выхода излучения торцевых участков  $S_T$  и суммарную площадь внутренних поверхностей модуля  $S_{\Sigma}$ , то для трехмодульной печи [4] при  $B = 1,15$  м;  $l = 0,95$  м;  $h = 0,035$  м относительная площадь будет составлять:

$$(2S_T/S_{\Sigma}) \cdot 100\% = 3,6\%$$

Для шестимодульной печи, длина модулей которой существенно меньше, при  $B = 0,92$  м;  $l = 0,345$  м;  $h = 0,035$  м относительная площадь будет равна:

$$(2S_T/S_{\Sigma}) \cdot 100\% = 8,0\%$$

где  $B$  — ширина,  $l$  — длина и  $h$  — высота пространства обжига спускового модуля.

Таким образом, в модулях шестимодульной печи потери излучения больше, так как доля площади открытых участков здесь достигает 8%.

Измерение температур на поверхности излучающих элементов в трех- и шестимодульных печах показало, что значение температур в последней несколько выше, при значительно меньших токовых нагрузках (табл. 1).

На рис. 2 показаны графики для шестимодульной 2 и трехмодульной 4 печей, построенные по опытным дан-

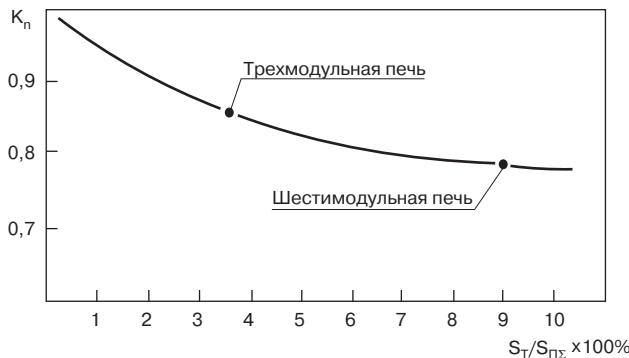


Рис. 3. Изменение поправочного коэффициента в зависимости от отношения площадей открытых (торцевых) и внутренних поверхностей пространства обжига модулей

Таблица 1

Трехмодульная печь	Температура $T$ , °C	Токовая нагрузка, $I_{на}$ , А
	667	160
702	170	
714	185	
Шестимодульная печь	Температура $T$ , °C	Токовая нагрузка, $I_{на}$ , А
	709	85
	746	100
	794	120

Таблица 2

Удельная энергоёмкость, $10^3$ кДж/м <sup>3</sup>	КВК-4	КВК-2	КВК-1
Трехмодульная печь	276,9	288,7	308,3
Шестимодульная печь	222,3	224,6	233,6
Шестимодульная ППС-печь	173,2	174,5	181,7

Цифра в маркировке концентратов обозначает среднее значение условного диаметра частиц

ным. Температуры, полученные расчетом, существенно выше экспериментальных, что указывает на потери излучения через торцевые участки модулей. Среднее значение отношения температур при соответствующих токовых нагрузках для трехмодульной и шестимодульной печей соответственно равны:

$$k_n = T_3 / T_p \approx 0,866;$$

$$k_n = T_2 / T_p \approx 0,79.$$

Введем  $k_n$  — поправочный коэффициент, учитывающий потери излучения, характер изменения которого в зависимости от относительной площади  $2S_T/S_{\Sigma}$  для рассматриваемых печей, показан на рис. 3.

Приведенная кривая определяет тенденцию изменения значений поправочного коэффициента  $k_n$ . Не только соотношения  $2S_T/S_{\Sigma}$ , но и качество термоизоляции, конвективный обмен и отвод тепла самим потоком вермикулита — все это вносит коррективы в температурное излучение. Для идеального излучателя — абсолютно черного тела, физической моделью которого является полость с малым отверстием [1], коэффициент  $k_n = 1$ .

С учетом поправочного коэффициента запишем выражение (3) в виде:

$$T = \frac{4}{K_n \left[ \sqrt{(I_{на} U) / \sigma n (2l + 2l_0 + \pi r) 2\alpha - 273} \right]}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Из-за введения коэффициента  $k_n$  формула (4) носит эмпирический характер и может применяться для ориентировочных расчетов, поэтому конструкции модульно-спусковых печей должны предусматривать средства регулирования токовой нагрузки для их оптимальной настройки.

Из анализа графиков на рис. 2 и данных табл. 1 следует, что для шестимодульных печей, перспективе применения которых посвящена работа [6], необходимые температуры достигаются при меньших значениях токовой нагрузки. Это объясняется тем, что суммарная длина модулей в них значительно меньше и для достижения примерно равных уровней температурного излучения требуется меньше электрической энергии.

Расчет удельной энергоёмкости процесса, основанный на экспериментально полученных значениях электрической мощности и производительности для различных групп ковордорских концентратов, подтверждает приоритетность многомодульных конструкций (табл. 2).

Шестимодульные печи отличаются значительно меньшими значениями удельной энергоёмкости, рав-



Рис. 4. Шестимодульные печи в процессе испытаний (без кожухов): а – с последовательным сопряжением; б – с последовательно-параллельным сопряжением модулей (ППС)

ной отношению энергии (кДж), затраченной на вспучивание 1 м<sup>3</sup> вермикулита. Наилучшими показателями обладает печь с последовательно-параллельным сопряжением модулей (ППС-печь), в которой поток концентрата, подаваемый барабанным питателем, разделяется и поступает одновременно на два модуля, работающих параллельно, а затем предварительно вспученный на них материал суммируется на третьем модуле и пересыпается на последующие, нижерасположенные.

На рис. 4 показаны опытно-промышленные печи: 4, а – шестимодульная печь с последовательным и 4, б – шестимодульная печь с последовательно-параллельным сопряжением модулей.

При разработке и анализе новых модификаций [6] ставился вопрос о снижении температуры обжига за счет увеличения его продолжительности для повышения надежности и ресурса излучающих элементов. В экспериментах, проведенных на трехмодульных [4] и шестимодульных печах, определено, что уменьшение мощности излучения можно компенсировать большей продолжительностью обжига, однако эта возможность ограничена. Установлено, что при снижении температуры в среднем на ~ 8,7% увеличение времени соответствует примерно ~ 36%.

Таким образом, критерий эквивалентности энергий, введенный в работе [6], не подтверждается: снижение температуры требует непропорционально большого увеличения времени, что требует большей длины спусковых модулей, а это, в свою очередь, при той же удельной мощности требует и большей электрической мощности.

Несмотря на то что потери температурного излучения в шестимодульных печах несколько выше, в целом концепция многомодульности полностью себя оправдывает. Новые модификации энергетически более эффективны, печи становятся малогабаритными, они отличаются малыми материалоемкостью и весом элементов конструкции и за счет этого обладают высокой ремонтпригодностью.

Однако вопрос о надежности печей, связанный с нагарообразованием и плавлением нихромовых излучателей из-за их локального перегрева, поставленный в работе [6], остается актуальным, и здесь видится несколько направлений дальнейших исследований и разработок. Главные из них:

- магнитная сепарация вермикулитовых концентратов как специальная операция в технологическом цикле их подготовки перед обжигом;

- создание энергонасыщенных температурных полей в пространствах обжига спусковых модулей за счет «сгущения» энергии температурного излучения при одновременном снижении температуры на поверхности излучателей.

#### Список литературы

1. *Яворский Б.М., Детлаф А.А.* Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. Изд. 4-е, перераб. М.: Наука, 1968. 939 с.
2. *Нижегородов А.И.* Новая концепция печей для обжига вермикулитовых концентратов // Строительные и дорожные машины. 2007. №10. С. 19–20.
3. *Нижегородов А.И.* Некоторые аспекты технологии подготовки и обжига вермикулитовых концентратов в электрических печах // Строит. материалы. 2007. №10/Technology. С. 30–32.
4. *Нижегородов А.И.* Третье поколение электрических модульно-спусковых печей для обжига вермикулитовых концентратов серии ПЭМС // Строит. материалы. 2008. №10/Technology. С. 84–85.
5. *Нижегородов А.И.* Технологический комплекс для обжига вермикулитовых концентратов // Строительные и дорожные машины. 2009. № 2. С. 30–32.
6. *Нижегородов А.И.* Теоретическое обоснование использования новых модификаций электрических печей для обжига вермикулита // Строит. материалы. 2009. № 5/Technology. С. 94–96.

# Российская неделя сухих строительных смесей

27–29 октября 2009 г. в Москве состоялась Российская неделя сухих строительных смесей, которая включает в себя ряд выставочных и конференционных проектов. Основным организатором мероприятия является АНТЦ «Алит».



Открытие Российской недели сухих строительных смесей

Для участия в международных специализированных выставках «Сухие смеси, бетоны и растворы ЕХРОМiх–2009», «Бетонные заводы, оборудование, опалубка ConTech–2009 и «Модернизация цементной промышленности ЕхроСем–2009 традиционно собираются российские и зарубежные компании – поставщики технологического оборудования для производства сухих строительных смесей, заводов для производства изделий из бетона, подготовки сырьевых материалов и др.; производители и поставщики сырья для ССС и бетонов, добавок и др.

Экономический кризис внес свои коррективы в работу Российской недели сухих строительных смесей. Существенно сократилось число участников выставки за счет как российских, так и зарубежных компаний. Особенно заметно было отсутствие многих машиностроительных компаний, давно работающих в сфере технологий ССС и бетона. Однако отечественные лидеры в этой сфере поддержали экс-



В рамках выставки ЕХРОМiх–2009 исполнительный директор Российской гипсовой ассоциации А.Ф. Бурьянов (слева) вручил генеральному директору ООО «Сандинский гипсоперерабатывающий комбинат» Е.В. Коробкину свидетельство члена ассоциации

позицию. Специалисты компании «ВсеЛУ» (Москва) проводили консультации по выбору оборудования в соответствии с предполагаемой программой производства, обсуждали с клиентами перспективы сотрудничества. На стенде ООО «Строммашкомплект» (Самара) посетителям предлагался широкий спектр оборудования собственного производства для измельчения нерудных материалов, сушки песка; бетоносмесительное оборудование, линии для производства минерального порошка и др.



Современные комплексные добавки для бетонов собственной разработки представила компания «ФРЭЙМ Корп»

В основном на стендах были представлены: цемент, известь, гипс, песок, щебень, легкие заполнители, химические и минеральные добавки, сухие строительные смеси, изделия из тяжелых, легких и ячеистых бетонов, тара для упаковки ССС, лабораторное оборудование и др.

Несмотря на сложные экономические условия в отрасли, в выставке приняли участие новые российские компании. Дебютантом стало ООО «Сандинский гипсоперерабатывающий комбинат» (Республика Башкортостан). Компания организована в 2009 г., занимается добычей из собственного месторождения и переработкой гипсового камня преимущественно II сорта с высоким коэффициентом белизны. На современном отечественном гипсоварочном оборудовании комбинат выпускает гипсовое вяжущее (строительный гипс) марок Г2–Г7 с остатком на сите № 0,2 от 1 до 5%, регулируемые сроками схватывания и высоким коэффициентом белизны.

Традиционно основными поставщиками функциональных добавок для ССС являются зарубежные компании и их российские дилеры. На рынке добавок для бетонов присутствует достаточно много отечественных производителей модифицирующих компонентов. Например, ООО «ФРЭЙМ Корп» разработало и производит на заводе в Беларуси жидкие и сухие добавки в бетоны – пластификаторы с противоморозным эффектом (–10 – –20°C), гиперпластификаторы, ускорители твердения, смазки для форм и опалубок и др.

Завод строительных технологий и машин «Строймашцентр» (Рязань) вывел на рынок штукатурную машину ШМ-30, разработанную совместно с ООО «АМОТ Групп». Конструкция машины состоит из трех модулей – смесительной башни с мотор-редуктором и героторным насосом, приемного бункера с механизмом подачи сухой смеси и рамы со смонтированными на ней агрегатами и системами управления. Масса каждого модуля 30–70 кг. Производительность при оштукатуривании 22–30 л/мин, при заливке полов 45 л/мин; высота подачи до 30 м, дальность подачи до 50 м; объем приемного бункера 100 л. В производство штукатурная машина запущена в 2009 г.



Новинка сезона 2009 г. – штукатурная машина ШМ-30 на стенде завода строительных технологий и машин «Строймашцентр»



Производство высококачественных ССС должно опираться на современные методы управления процессами. А.В. Синянский (АВС-МК) предложил пути повышения эффективности и оптимизации расходов за счет внедрения АСУ ТП

Отличительной особенностью Российской недели ССС 2009 г. стала смена места проведения. Перемещение мероприятия в ЦВК «Экспоцентр» выявило новые возможности, например в экспозиции появилась автотехника. Компания «Трейд-авто» представила мобильные бетоносмесительные установки, грейдеры и другие машины. Конечно, такие качественные изменения не могли получиться в условиях выставочных площадок Центра международной торговли, где ранее проходило мероприятие. В 2009 г. в выставке приняло участие около 90 компаний, общее количество посетителей, по данным организаторов, составило около 5500 специалистов.

В рамках деловой программы состоялся ряд мероприятий, которые позволили собрать большое число специалистов, ученых, аналитиков из России и зарубежных стран для дискуссий, презентаций, подведения итогов и поиска новых путей развития отрасли. Программа включала 3-е (XI) Международное совещание по химии и технологии цемента; XI Международную научно-техническую конференцию «Современные технологии сухих смесей в строительстве. MixBUILD-2009»; III Международную научно-техническую конференцию «Бетон: сырье, технологии, эксплуатация. ConLife-2009»; III Всероссийскую научно-практическую конференцию «Ремонт бетонных и железобетонных

конструкций транспортных сооружений. ReCon»; презент-конференцию «ЦемМаркет»; VI научные чтения по цементу «Современный цементный завод. CemRead»; специализированную презент-конференцию «Монолит-шоу»; научно-практическую конференцию «Эксплуатация и долговечность конструкций из автоклавного газобетона. ConAer-2009»; технический семинар «Нанокompозиты. Перспективы применения нанотехнологий в производстве вяжущих материалов, бетонов и сухих строительных смесей».



С.П. Сивков предложил вниманию доклад о развитии производства и применения РПП и качестве цемента для ССС

В рамках конференции MixBUILD рассматривались общие вопросы технологии ССС, широкий круг вопросов, касающихся их применения и др. В рамках мероприятия выступил С.П. Сивков (РХТУ) с докладом о развитии производства и применения полимерных порошков и качестве цемента для сухих строительных смесей. М.Г. Александрия (Ассоциация АНФАС) в своем докладе представил объективные сведения о рынке систем теплоизоляции штукатурного типа, в котором наглядно показал влияние кризиса на ситуацию в этом сегменте строительства.

Большой интерес специалистов вызвала работа секции «Напольные системы на основе ССС». С докладом о комплексных решениях устройства полов с помощью ССС выступил Э.Л. Большаков (АНТЦ «Алит»). Вопросам напольных зати-



Выставочные павильоны ЦВК «Экспоцентр» позволяют размещать в зале строительную технику даже непосредственно со стройки

рочных составов, их классификации и опыту применения посвятил доклад А.Л. Шейн (компания «Строймонтаж МС»). Выступления докладчиков сопровождалось многочисленными вопросами и дискуссиями, что свидетельствует о большом интересе к данной теме.



Исполнительный директор ассоциации «АНФАС» (Наружные фасадные системы) М.Г. Александрия

Тематика мероприятий традиционно вызывает большой интерес специалистов отрасли из различных регионов России и СНГ, которые несмотря на сложности текущего момента, изыскивают возможности посещения мероприятия. Для многих Российская неделя сухих строительных смесей стала местом встречи с коллегами, возможностью получения новой технической информации, отправной точкой для реализации новых проектов. Редакция журнала «Строительные материалы»® желает организаторам Российской недели ССС творческих успехов и дальнейшего развития мероприятия.



Работа секции «Напольные системы на основе ССС» привлекла наибольшее внимание специалистов



Стенд журнала «Строительные материалы»® на выставке «EXPOmix-2009»

А.В. КОНОНОВ, инженер-строитель (avkononov@mail.ru),  
 Министерство строительного комплекса Московской области;  
 В.М. КОНОНОВ, д-р техн. наук, Московский государственный открытый университет

## О направленном разрушении блочного камня в строительном производстве

Для изготовления строительных изделий (цокольных и облицовочных плит, ступеней и др.) широко используется блочный камень, в том числе из крепких горных пород. Для добычи блочного камня применяются различные технологии. Наиболее ресурсосберегающей признается [1;2] технология алмазно-канатного пиления, в том числе и при отделении монолитов от массива в сочетании с буровыми установками, выбуривающими вертикальные щели в массиве.

В РФ около 52% [3] карьеров добывают блочный камень в небольших объемах (100 м<sup>3</sup> товарных блоков в месяц и менее). На этих карьерах применяют шпуровую технологию как при отбойке монолитов, так и при их разделке на товарные блоки.

Для снижения потерь блочного камня при шпуровом способе добычи необходимо обеспечить прямолинейность плоскости раскола монолита, проходящей через центры шпуров. При этом характер приложения силовой раскалывающей нагрузки не должен формировать микро- и макротрещины в стенках шпуров. Для реализации указанных условий используют различные приемы и оборудование, позволяющие создать в шпурах статические (квазистатические) распорные усилия: гидрораспорные устройства, вводимые в шпур; расширяющиеся смеси; химические генераторы давления; забивные металлические клинья. В этих случаях применяют шпуры уменьшенного диаметра и сокращают расстояние между ними, что приводит к значительному увеличению буровых работ.

Известно [3], что, например, для условий гранитных карьеров Финляндии при разделке монолитов на блоки

забивными клиньями расстояние между шпурами составляет около 0,05–0,15 м, а общий объем бурения – 20–50 п. м шпуров на 1 м<sup>3</sup> товарных блоков. Чтобы обеспечить прямолинейность плоскости раскола, необходимо равномерно распределить распорное усилие по длине шпура, что затруднительно выполнить при использовании забивных клиньев (пунчет), которые размещаются в устьях шпуров. Поэтому поиск технических решений, обеспечивающих без увеличения трудовых затрат получение требуемого состояния плоскостей раскола при добыче блочного камня, является актуальной задачей.

Модель разрушения упругохрупких тел, к которым относятся граниты, при статическом (квазистатическом) нагружении стенок шпура внутренним давлением подразумевает возникновение сжимающих напряжений на контуре шпура, формирование зародышевых трещин и развитие из них магистральной трещины между соседними шпурами. В соответствии с решением задачи Ляме для толстостенных цилиндров, нагруженных внутренним давлением, тангенциальные напряжения  $\sigma$  на расстоянии  $R$  от центра шпура можно определить по формуле:

$$\sigma = P \cdot \frac{2r^2}{R^2}, \quad (1)$$

где:  $P$  – внутреннее давление;  $r$  – внутренний радиус цилиндра;  $R$  – расстояние от центра шпура.

Следовательно, при квазистатическом нагружении шпура давлением  $P$  условие зарождения трещин на его контуре ( $r=R$ ) имеет вид:

$$2P \geq \sigma, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – прочность породы на растяжение.

Поле напряжений вокруг цилиндрического шпура имеет форму цилиндра.

Неоднородность структуры горной породы, дефекты между кристаллами являются локальными концентраторами напряжений, которые изменяют форму поля напряжений и формируют разнонаправленные зародышевые, а затем и магистральные трещины, это приводит к созданию некачественной поверхности плоскости раскола, т. е. к получению бракованной продукции.

Любой дефект на контуре шпура является местом концентрации напряжений, ослабленным участком контура шпура, которым будет определяться ориентация плоскости разрушения. Следовательно, ориентировать линию раскола в желаемом направлении можно пу-

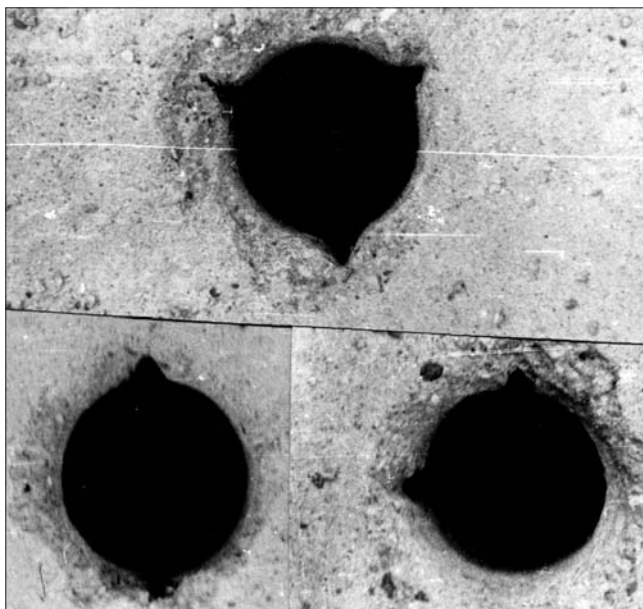


Рис. 1. Профильные шпуры, пробуренные в бетоне

Длина образца, см	Расстояние между шпурами, см
30	10
35	15
40	20



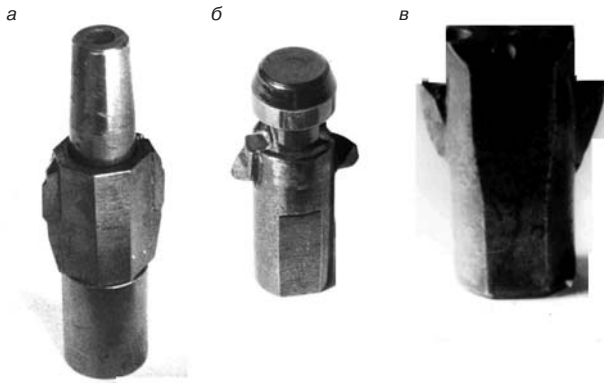


Рис. 2. Образцы специального инструмента: а – инструмент для бурения шпуров  $d_{шп}=42$  мм с одновременным выполнением надрезов; б – инструмент для выполнения надрезов в пробуренных шпурах  $d_{шп}=25$  мм; в – инструмент для выполнения надрезов в пробуренных шпурах  $d_{шп}=32-42$  мм

тем формирования искусственных дефектов, например продольных надрезов на стенке шпура.

При нагружении внутренним давлением шпура с профильными надрезами зона растягивающих напряжений вокруг шпура приобретает форму эллипса, большая ось которого проходит через вершину надрезов, что позволяет ориентировать напряжения в желаемом направлении, например по линии раскола блока.

Величину максимальных растягивающих напряжений  $\sigma_M$  у вершины надреза с учетом формулы С.Е.Инглиса можно оценить следующим образом [4]:

$$\sigma_M = 2P \cdot K_K = 2 \cdot P \cdot \sqrt{\frac{c}{\rho}}; \quad (3)$$

$$c = (r_{шп} + h), \quad (4)$$

где:  $K_K$  – коэффициент концентрации напряжений;  $\rho$  – радиус закругления вершины надреза, м;  $c$  – длина щели, м;  $r_{шп}$  – радиус шпура, м;  $h$  – глубина надреза на стенке шпура, м.

Общий вид шпуров с треугольными надрезами приведен на рис. 1. На рис. 2 показан специальный инструмент для бурения таких шпуров, разработанный специалистами ВНИИ транспортного строительства и ВНИИ твердых сплавов (ЗАО «Бинур»). Инструмент может применяться при бурении профильных шпуров диамет-

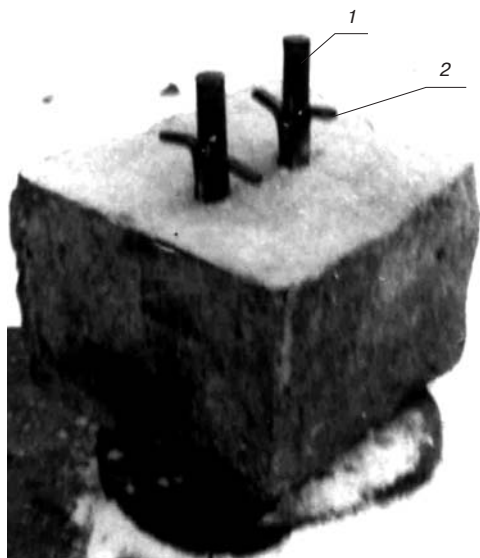


Рис. 4. Гранитный образец, подготовленный к разрушению: 1 – клин; 2 – щечки металлические

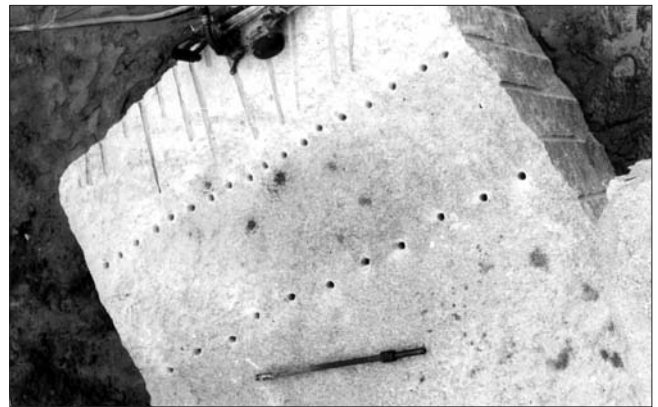


Рис. 3. Гранитный монолит, подготавливаемый к разделке на товарные блоки. Верхняя строчка цилиндрических шпуров  $d_{шп}=25$  мм; межшпуровое расстояние 90–100 мм. Нижняя строчка – шпуры  $d_{шп}=25$  мм с профильными надрезами; межшпуровое расстояние 150–175 мм

ром 40–45 мм ручными перфораторами и станками, а также выполнять перфоратором надрезы в пробуренных шпурах диаметром 25 мм и более.

Испытания образцов инструмента по рис. 2 проводились на гранитном карьере «Возрождение» Минтрансстрой СССР на операциях разделки монолитов на блоки. На рис. 3 представлен монолит, подготавливаемый к разрушению.

При исследованиях оценивалось влияние профильных шпуров на величину межшпурового расстояния. Для этого бурили по линии желаемого раскола строчку цилиндрических шпуров  $d_{шп}=25$  мм с шагом 90–100 мм, а рядом строчку шпуров  $d_{шп}=25$  мм, с шагом 150–170 мм. Инструментом по рис. 2 б в строчке с увеличенным межшпуровым расстоянием выполняли надрезы на стенках шпуров (новая технология работ). Затем в шпурах устанавливались металлические клинья и ударами кувалды осуществлялся раскол монолита на товарные блоки.

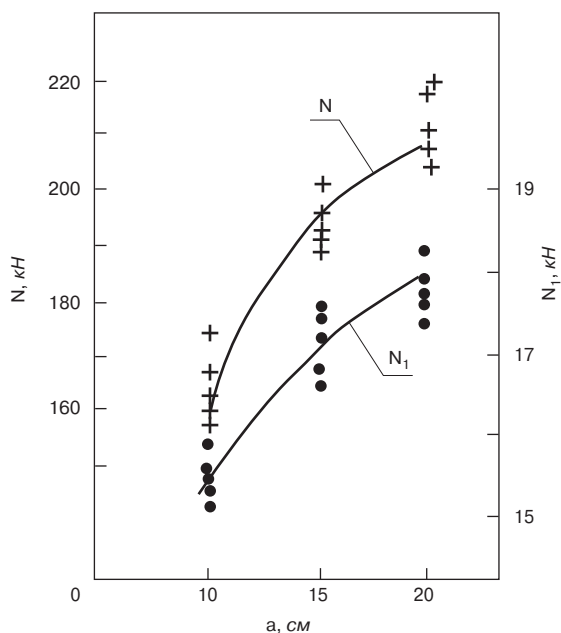
По описанной методике работ было добыто около 40 м<sup>3</sup> товарных блоков. Исследования показали, что применение профильных шпуров позволяет снизить объем буровых работ почти на 50% при сохранении высокого качества поверхности раскола. Скорость выполнения надрезов глубиной 3–2,5 мм перфоратором ПР-20 составляла около 2 м/мин с учетом установки инструмента в шпур. Стойкость инструмента по рис. 2 б составляла 30–35 шпурометров, а по рис. 2 в – более 150 шпурометров.

При добыче блочного камня забивными клиньями (пунчетами) велики затраты ручного труда. Поэтому оценка влияния профильных надрезов на усилие раскалывания при добыче блочного камня представляет практический интерес.

Оценка влияния надрезов на снижение трудоемкости работ при расколе гранитных монолитов забивными клиньями осуществлялась на образцах из среднезернистого гранита прочностью  $\sigma_{сж} = 112,6$  МПа. При экспериментах применялась следующая методика.

Образцы шириной 30 см и высотой 35 см изготавливались на распиловочном станке. Длина образцов и расстояние между шпурами указаны в таблице. В образцах бурили по линии предполагаемого раскола шпуры диаметром 25 мм глубиной 175 мм. На рис. 4 представлен гранитный образец, подготовленный к разрушению.

Было изготовлено 30 образцов, из которых в 15 образцах пробуривались цилиндрические шпуры, а в остальных – шпуры с надрезами, выполненными инструментом по рис. 2 б. Надрезы треугольного профиля имели глубину  $h \approx 2,8-3,2$  мм с радиусом за-



**Рис. 5.** Влияние формы шпуров на усилие раскалывания: N – усилие раскалывания для образцов с цилиндрическими шпурами; N<sub>1</sub> – усилие раскалывания для образцов с профильными шпурами; a – расстояние между шпурами

кругления вершины  $\rho \approx 1,3-1,8$  мм. В шпуры вводили металлические клинья с углом заострения 3 град. и щетки (пунчеты).

Разрушение образцов осуществлялось на гидравлическом прессе П-500, оснащенный манометром. Размещенные в шпурах клинья, связанные общей жесткой

балкой, нагружали усилием от пуансона прессы. Скорость нагружения во всех опытах была 0,001 м/с. При известном диаметре гидроцилиндра прессы и по показаниям его манометра определялось усилие, при котором происходило разрушение гранитных образцов.

Проведенные эксперименты хотя и имели оценочный характер, позволили установить, что при наличии профильных шпуров усилие раскола снижается в 9–10 раз. Прямолинейность плоскости раскола сохранялась в образцах, имеющих цилиндрические шпуры с расстоянием между ними 100 мм, и во всех образцах, имеющих шпуры с надрезами. Результаты экспериментов представлены рис. 5.

Исследования, представленные в статье, позволяют сделать вывод, что применение профильных шпуров при шпуровой добыче блочного камня дает возможность уменьшить объем буровых работ и снизить трудоемкость операций подготовки товарных блоков с применением забивных клиньев.

**Ключевые слова:** блочный камень, шпуры, плоскость раскола.

**Список литературы**

1. Гармс А.Я., Гарифов В.С. Перспективные технологии добычи гранитных блоков // Горный журнал. 2004. № 2.
2. Калинин М.А. Оценка потерь блочного сырья при ведении добычных работ с использованием алмазного каната // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. №6. С. 19–21.
3. Синельников О.Б. Добыча природного облицовочного камня. М.: РАСХН, 2005. 244 с.
4. Екобори Т. Научные основы прочности и разрушения материалов. Киев: Наукова думка, 1978.

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь,  
 Научно-исследовательское и проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «Институт НИИСМ»,  
 Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по строительству «Институт БелНИИС»,  
 Редакция журнала «Архитектура и строительство»  
 Научно-производственное общество с ограниченной ответственностью «Стринко»

**26–28 мая 2010 г. г. Минск**

**Международная научно-практическая конференция  
 ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО  
 БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**



**Программой конференции предусмотрено:**

**26 мая 2010 г.**

- ◆ пленарное заседание конференции
- ◆ презентация 3-й редакции книги «Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика»

**27 мая 2010 г.**

Посещение действующего производства ячеистого бетона на ОАО «Минский комбинат силикатных изделий», осмотр объектов строительства Минска.

**28 мая 2010 г. Работа по секциям**

- Секция №1. Создание (модернизация) заводов по производству ячеистого бетона автоклавного твердения.
- Секция №2. Выработка стратегии реализации ячеистобетонной продукции применительно к условиям регионов.
- Секция №3. Новые архитектурно-строительные системы. Особенности проектирования объектов на основе каркаса с наружными ограждающими конструкциями из ячеистого бетона.

**Принимаются заявки на проведение докладов и презентаций. Заявку на участие в конференции, на выступление и презентацию можно скачать с сайта [www.ais.by](http://www.ais.by)**

**220005 Минск, ул. Платонова, 22, к. 705.**

**Тел./факс (+375 17) 292 49 56, 292 79 43, 292 79 44, моб. (+375 29) 611 66 20**

**26 - 28 мая 2010 г. E-mail: [bsr@telecom.by](mailto:bsr@telecom.by)**

А.А.ТИТУНИН, канд. техн. наук (titkstr@kmtn.ru),  
Костромской государственной технологической университет

## Снижение материальных затрат в производстве клееного бруса

Одним из традиционных видов материалов для строительства является древесина. Особенностью современного состояния российского строительного комплекса является увеличение доли малоэтажного деревянного домостроения. Интерес к деревянному домостроению связан в первую очередь с общей неудовлетворенностью населения России своими жилищными условиями. По оценкам специалистов, от 30 до 70% жилищного фонда требует капитального ремонта и реконструкции, объем ветхого и аварийного жилья составляет сейчас около 100 млн м<sup>2</sup>. Поэтому для удовлетворения потребности российских граждан в жилье необходимо значительно увеличить объемы ежегодного строительства домов, где древесина традиционно является одним из основных видов материалов [1, 2].

Масштабное увеличение спроса на строительные материалы из древесины, в том числе получаемые в результате механической обработки, обусловлено в первую очередь насущными требованиями повышенной комфортности, экологическими приоритетами и технико-экономическими преимуществами древесины перед другими материалами. При этом одним из перспективных строительных материалов для деревянного домостроения признан клееный брус.

Несмотря на ускоренный за последние годы рост в России мощностей по производству клееной древесины, объем производства данного вида строительных материалов пока заметно отстает от Европы. В числе основных причин можно назвать сравнительно высокую стоимость его и, как следствие, ограниченный внутренний спрос на дома из клееного бруса. На сегодняшний день цена деревянных клееных конструкций находится в диапазоне от \$400–500 за м<sup>3</sup> (для стен малоэтажных домов и сезонного дачного проживания) до \$800–1200 за м<sup>3</sup> (для уникальных сооружений). Цена варьируется в зависимости от вида конструкции, сечения и длины брусев, породы и качества древесины, вида их механической и защитной обработки, рынка сбыта и других параметров. Стоимость клееного бруса отечественного производства, как правило, на 15–20% ниже импортного. Сравнительно высокая стоимость материала обусловлена затратами на древесное сырье, трудоемкостью процесса производства клееного бруса, а также высокой стоимостью необходимого оборудования и материалов.

Как известно, в качестве исходного сырья для получения клееного бруса в основном используются лесоматериалы больших диаметров, а тонкомерное сырье, как правило, не используется. Между тем запасы крупномерной древесины ограничены, в то время как объемы тонкомера постоянно увеличиваются. По России объемы сырья диаметром от 14 до 20 см составляют сейчас примерно 50%, т. е. представляют довольно значительный резерв в системе сырьевого обеспечения деревянного домостроения. Известно также направление использования тонкомерного сырья для получения полых балок [3], однако для производства стенового бруса

такая конструкция не пригодна. Поэтому больший интерес представляют варианты получения бруса необходимых размеров в результате склеивания маломерных по сечению лесоматериалов с учетом анизотропии свойств древесины [4].

При существующих схемах организации технологического процесса для получения клееного бруса сечением 150×150 мм возможно применение пиловочного сырья диаметром не менее 18 см. Использование же сырья диаметром 14 см требует введения дополнительной операции склеивания заготовок по кромке с целью получения ламелей необходимой ширины, что, казалось бы, приводит к повышению трудозатрат, увеличению расхода клея, электроэнергии и других составляющих себестоимости готовой продукции. Однако известно, что лесозаготовительные предприятия зачастую устанавливают цену на такое сырье в 1,5–2 раза ниже, чем на крупномерную древесину. Поэтому вывод о нецелесообразности применения маломерного сырья в производстве клееного бруса для использования в качестве ограждающих конструкций малоэтажных домов может оказаться преждевременным. Поэтому для одного из профильных предприятий – ООО «Тайга плюс», расположенного в Костромской области, при разработке бизнес-плана освоения производства новых видов отечественной конкурентоспособной продукции для деревянного домостроения было выполнено технологическое обоснование производства клееного бруса из пиловочного сырья диаметром от 14 до 20 см.

Костромская область выбрана не случайно: по запасам древесины она занимает шестое место в Европейской части России и первое место среди регионов Центрального федерального округа; в структуре промышленного производства России предприятиями лесопромышленного комплекса Костромской области производится 2,1% пиломатериалов, 11% фанеры, 7% древесно-стружечных плит и 9% древесно-волоконистых плит; общий объем выпуска товарной продукции, производимой деревообрабатывающими предприятиями, составляет порядка 20% всего объема промышленной продукции области, значительно выше аналогичного показателя в среднем по России; заготовкой и обработкой древесины занимается около 26% от занятого в промышленном производстве населения; по малоэтажной застройке Костромская область на сегодняшний день занимает второе место в ЦФО после Ярославской.

В качестве альтернативного варианта предложено использовать схему склеивания ламелей с применением теории золотого сечения. Как известно, золотое сечение применяется в живописи, архитектуре; согласно теории, золотое сечение – это такое пропорциональное гармоническое деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как большая часть к меньшей части. Если отрезок принять за 100 частей, то большая часть отрезка равна 62, а

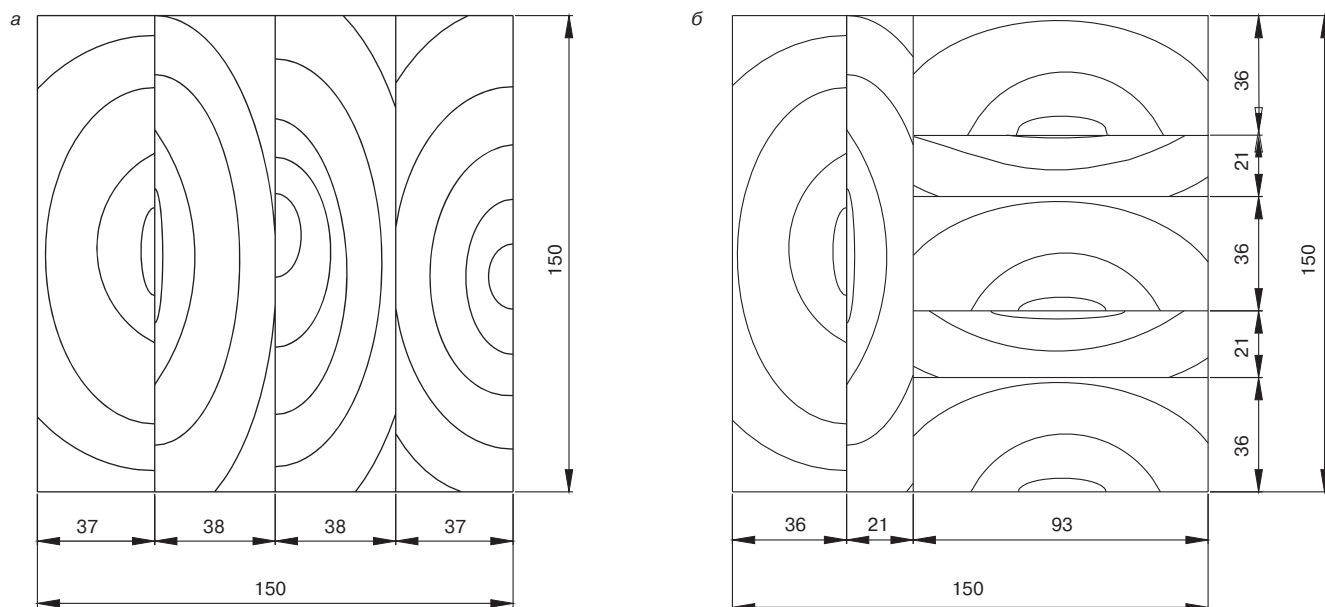


Рис. 1. Конструкция клееного бруса: а – обычная; б – по теории золотого сечения

меньшая – 38 частям. Зная эти три величины, имеем ряд отрезков золотой пропорции, выраженных арифметически 100, 62, 38, 24, 14, 10. С учетом основных положений теории золотого сечения и была разработана схема сборки и размеры отдельных слоев бруса сечением 150×150 мм (рис. 1).

Из рисунка видно, что для производства бруса потребуются пиломатериалы следующих сечений, мм: 36×150, 21×150, 36×93, 21×93. Поскольку для изготовления бруса используются пиломатериалы, высушенные до влажности (10±2)%, с учетом припусков на усушку и механическую обработку сырые пиломатериалы должны иметь следующие размеры, мм: 44×160, 28×160, 44×105, 28×105. В соответствии с этим минимальный диаметр бревен, пригодных для производства бруса требуемого сечения по обычной схеме сборки (рис. 1, а), ограничен 18 либо 20 см. Если же организовать производство бруса по предлагаемой схеме склеивания, станет возможным использование бревен диаметром от 14 до 20 см, причем

более половины – 52,8% требуемого объема составят бревна диаметром 14 и 16 см.

Предлагаемая схема сборки позволяет снизить внутренние напряжения, обусловленные анизотропией свойств древесины и неизбежно возникающие при обработке крупномерных заготовок [4].

В соответствии с вариантом организации технологического процесса переработки пиловочного сырья на базе лесопильных рам и многопильных станков были разработаны оптимальные с точки зрения максимального выхода пиломатериалов схемы раскряя бревен. Расчет потребного количества пиловочных бревен и получаемых при оптимальном раскряе пиломатериалов представлен в табл. 1, откуда видно, что при обычной схеме сборки для производства 1 м<sup>3</sup> клееного бруса нужно распилить либо 34 шестиметровых бревна диаметром 18 см, либо 17 бревен диаметром 20 см.

При распиловке попутно будут получены тонкие доски, не используемые в основном производстве. Очевид-

Таблица 1

Диаметр бревна, см	Количество бревен, шт.	Объем, м <sup>3</sup> , одного бревна всех бревен	Размеры, мм, и объем, м <sup>3</sup> , пиломатериалов				
			44×160	44×105	28×160	28×105	Прочие
Обычная схема сборки							
18	34	$\frac{0,193}{6,56}$	1,52	–	–	–	2,29
20	17	$\frac{0,236}{4}$	1,52	–	–	–	0,89
Схема сборки по золотому сечению							
14	3	$\frac{0,123}{0,369}$	–	0,078	–	0,075	0,027
16	11	$\frac{0,156}{1,716}$	–	0,626	–	0,166	0,136
18	6	$\frac{0,193}{1,158}$	0,12	–	0,266	–	0,225
20	3	$\frac{0,236}{0,708}$	0,238	–	–	0,099	0,044
Итого	23	3,95	0,358	0,704	0,266	0,34	0,432

Таблица 2

Наименование сырья и материалов	Диаметр, см	Норма расхода на 1 м <sup>3</sup> бруса	Цена за единицу сырья, тыс. р.	Всего, тыс. р.
Схема сборки по золотому сечению				
Сырье: круглые лесоматериалы, порода сосна, сорт II, м <sup>3</sup>	14–20	3,95	1,472	5,815
Материалы: клей «Касколи»т, кг		8,85	0,16	1,416
отвердитель, кг		0,89	0,45	0,4
Прочие материалы (10%)				0,182
Итого материалов:				1,998
Всего сырья и материалов:				7,813
Обычная схема сборки				
Сырье: круглые лесоматериалы, порода сосна, сорт II, м <sup>3</sup>	$\frac{18}{20}$	$\frac{6,56^*}{4}$	2	$\frac{13,12}{8}$
Материалы: клей «Касколит», кг		6,61	0,16	1,06
отвердитель, кг		0,66	0,45	0,297
Прочие материалы (10%)				0,136
Итого материалов:				1,493
Всего сырья и материалов:				$\frac{14,613}{9,493}$
* Над чертой – для диаметра 18 см; под чертой – для диаметра 20 см.				

но, что на складирование, обработку и реализацию последних потребуются дополнительные затраты. При использовании же предлагаемой схемы сборки нужно всего лишь 23 шестиметровых бревна. При этом, во-первых, уменьшается объем прочих пиломатериалов, а во-вторых, снижаются затраты на закупку самого сырья (табл. 2).

При использовании в производстве клееного бруса значительного потенциала пиловочного сырья диаметром от 14 до 20 см вместо 18 или 20 см и замене обычной схемы сборки на новую, разработанную на основе теории золотого сечения, могут быть существенно снижены затраты на сырье и материалы: на 46,5% по сравнению с затратами на переработку сырья диаметром 18 см; на 17,7% при переработке сырья диаметром только 20 см. При этом средняя цена на круглые лесоматериалы в Костромской области в июне 2008 г. составляла: для сырья диаметром от 14 до 16 см – 1000 руб., для сырья диаметром от 18 до 20 см – 2000 руб. Средневзвешенная цена 1 м<sup>3</sup> сырья для производства бруса с применением схемы склеивания по золотому сечению рассчитывалась с учетом спецификации пиловочных бревен:  $0,0934 \cdot 1000 + 0,4343 \cdot 1000 + 0,2931 \cdot 2000 + 0,1792 \cdot 2000 = 1472$  руб.

Таким образом, в решении проблемы дефицита высококачественного сырья для производства клееного бруса обоснована возможность использования потенциала маломерного пиловочного сырья. Это позволяет расширить сырьевую базу строительного производства, улучшить условия лесопользования и повысить эффективность производства деталей стен деревянных домов за счет снижения материальной составляющей в себестоимости готовой продукции. При организации производства клееного бруса из маломерной древесины экономия расходных средств на закупку сырья и материалов составит 400 руб. на каждый 1 м<sup>3</sup> пиловочного сырья или около 15 млн руб. на каждые 10 тыс. м<sup>3</sup> готовой продукции, что в конечном итоге будет способствовать обеспечению доступности жилья.

**Ключевые слова:** клееный брус, пиломатериалы, золотое сечение, деревянное домостроение.

#### Список литературы

1. Афанасьев М. Проблема деревянного домостроения необходимо придать национальный статус // Лесная Россия. 2006. № 4. С. 34–35.
2. Основные направления развития лесной промышленности Российской Федерации. Постановление Правительства РФ от 01.11.2002 г. № 1054.
3. Исаев С.П. Выбор рациональных поперечных размеров полового бруса прямоугольного сечения // Химико-лесной комплекс – проблемы и решения: Сб. ст. по мат. Всероссийской научно-практ. конф. Красноярск: СибГТУ, 2001. Т. 1. С. 271–273.
4. Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов: Справочник. М.: Машиностроение, 1980. 375 с.

**ПОДПИСКА**  
**НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ**  
**журнала «Строительные материалы»®**  
**Актуальная информация для всех**  
**работников строительного комплекса**



<http://ejournal.rifsm.ru/>

УДК 66.067.3

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук,  
 Е.В. РОМАНЮК, И.А. ЧУГУНОВА (scercso@yahoo.com), инженеры,  
 Воронежская государственная технологическая академия (ВГТА);  
 М.Н. ФЕДОРОВА, инженер-экономист, ОАО «Минудобрения» (г. Россошь, Воронежская обл.)

## Технико-экономические аспекты высокоэффективного обеспыливания зернистыми фильтровальными слоями

В условиях природоохранной деятельности предприятий становятся особенно актуальными достоверные методы оценки экономического ущерба основным промышленно-производственным фондам (ОППФ) от пылевых выбросов. Доказано, что эксплуатация оборудования в запыленной воздушной среде приводит к неизбежным издержкам в виде прямых потерь или дополнительных затрат на обеспечение нормального технологического режима.

Экономическая целесообразность и перспективность применения фильтров со связанной структурой зернистого слоя обусловлены их техническими преимуществами перед другими фильтровальными установками, и прежде всего их механической прочностью, высокими ресурсом работы и степенью очистки. Однако стоимость фильтра со связанной структурой зернистого слоя пока достаточно высока и превышает стоимость фильтров с другими фильтровальными материалами. Поэтому наиболее перспективны эти фильтры в тех отраслях, где их применение обеспечивает заметное снижение брака, повышение надежности основного технологического оборудования, существенное сокращение затрат на производство, уменьшение импорта, улучшение условий труда и утилизацию уловленной пыли [1].

Сравнительные технико-экономические показатели различных пылеуловителей показаны в таблице. Становится очевидным, что капитальные затраты на зернистые фильтры не превышают затрат на сооружение электрофильтра, а эксплуатационные расходы достаточно малы [1].

Структуры капитальных затрат и себестоимости зернистых фильтров несвязанного типа показаны на рис. 1.

При выборе пылеочистных сооружений требуется тщательный анализ производства и той пыли, которую необходимо удалить из аспирационных выбросов предприятия [2].

Использование зернистых фильтровальных слоев позволяет обеспечить нормы ПДВ. Грамотный технологический и экономический расчет показывает экономическую эффективность их внедрения. Сравнимые по

экономическим показателям фильтры должны также удовлетворять основным требованиям организации процесса пылеулавливания.

На рис. 2 представлена зависимость относительной стоимости очистки  $\Phi$  от эффективности пылеулавливания  $\eta$  [1].

Экономический ущерб предприятию при отсутствии высокоэффективного пылеулавливания рассчитывают по приведенной ниже методике.

При этом оценка потерь основана на следующих предположениях:

- приоритет общегосударственных интересов, при котором составляющие экономического ущерба основных промышленно-производственных фондов (ОППФ) должны включать не хозрасчетные потери конкретного предприятия, а хозяйственные потери в целом, выраженные в виде недопроизводства национального дохода;

- определенная степень допущений и субъективных оценок при анализе экономического ущерба ОППФ в связи с отсутствием единых взглядов на общую концепцию эффективности общественного производства;

- экономический ущерб ОППФ в большей степени зависит от фактора времени, чем любой другой ущерб. Это связано с тем, что негативные последствия воздействия пылевых выбросов на ОППФ (внеплановые ремонты движущихся и вращающихся узлов и деталей, ремонты подшипников, редукторов, насосов, аспирационных систем, дробилок, мельниц, КИП и автоматики, мойка, чистка, смазка и т. д.) нарастают неравномерно,

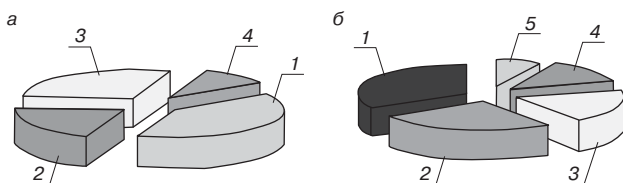


Рис. 1. Структура затрат на очистку пылегазового потока фильтрами с несвязанным зернистым слоем: а – капитальные затраты: 1 – оборудование 40–60%; 2 – монтажные работы 16–20%; 3 – строительные работы 30–45%; 4 – прочие до 6%; б – себестоимость: 1 – материалы 30–38%; 2 – энергетические затраты 15–37%; 3 – заработная плата с начислениями 10–43%; 4 – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования 20–32%; 5 – прочие 7–11%

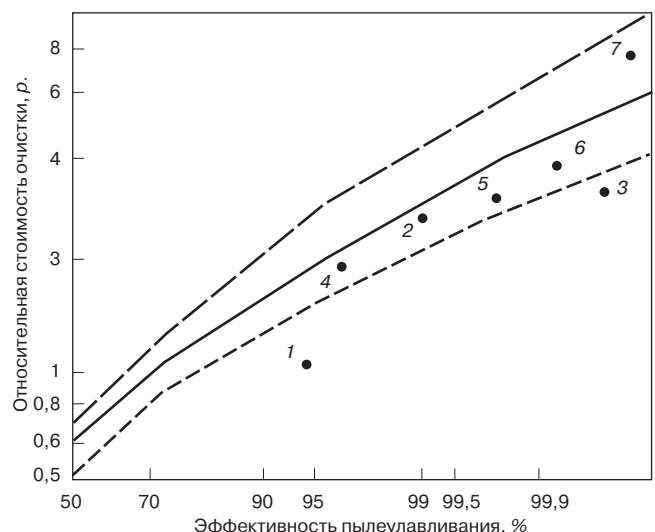


Рис. 2. Зависимость  $\Phi = f(\eta)$  для различных пылеуловителей: 1 – батарейные циклоны; 2 – электрофильтр; 3 – тканевый фильтр; 4 – дисковый скруббер; 5 – труба Вентури; 6 – фильтр с несвязанной структурой зернистого слоя; 7 – высоконапорные скрубберы Вентури

Показатель	Циклон НИИОГАЗ	Центробежный скруббер (ВТИ)	Рукавный фильтр РФГ	Электрофильтр горизонтальный четырехполюсный ПГД-4	Зернистый фильтр (ФРГ)
Степень очистки, %	60–80	80–95	99–99,4	99,5–99,7	98–99,15
Расход воды/1000 м <sup>3</sup> газа, м <sup>3</sup> /ч	–	150 · 10 <sup>-3</sup>	–	–	–
Расход электроэнергии (на 1000 м <sup>3</sup> /ч), кВт/ч	0,2–0,26	0,3	0,46	1,4	0,5
Капитальные затраты (на 1000 м <sup>3</sup> /ч), р.	420	258,2	504	1876	943–1876
Эксплуатационные затраты (на 1000 м <sup>3</sup> /ч), р.	2,5	2,83	4,9	8,12	0,25–0,64

по мере их физического и морального износа. Поэтому расчеты должны охватывать достаточно длительный период (5–7 лет) [2].

Учитывая специфику производства строительных материалов, можно считать, что выбросы в атмосферу агрессивных газов по сравнению с пылевыми выбросами весьма незначительны. Следовательно, опасностью контакта таких газов с ОППФ можно пренебречь.

Является очевидным, что продолжительность межремонтных циклов, технологическое состояние оборудования, его ремонтпригодность в условиях эффективной работы систем пылеулавливания были бы значительно выше. С учетом этих обстоятельств величина полного экономического ущерба, причиняемого ОППФ в результате загрязнения атмосферы пылевыми выбросами, складывается из следующих составляющих: дополнительных затрат на текущий ремонт элементов основных фондов, функционирующих в условиях запыленной атмосферы  $Y_t$ ; ущерба в связи с недоамортизацией основных фондов  $Y_a$ ; ущерба от потерь продукции из-за внеплановых простоев активной части ОППФ  $Y'_t$ ; ущерба за счет досрочного вывода из эксплуатации основных фондов  $Y''_t$ ; ущерба вследствие прямых потерь продукции и сырья с отходящими в атмосферу пылевыми выбросами  $Y'''_t$ .

Значения  $Y_t, Y_a, Y'_t, Y''_t, Y'''_t$  рассчитывают по формулам:

$$Y_t = \sum_{t=t_0}^{t_\delta} (Z_t^0 - Z_t^H)(1 + E_{\text{нп}}), \quad (1)$$

где  $Z_t^0, Z_t^H$  – соответственно фактические и нормативные затраты на текущий ремонт средств труда в  $t$ -м году;  $t_\delta$  – базисный период времени (год, предшествующий году аудита предприятия);  $E_{\text{нп}}$  – нормативный коэффициент проведения разновременных затрат (равен 0,08).

Для приведения величины затрат к годовой размерности суммарный ущерб необходимо разделить на продолжительность рассматриваемого периода.

$$Y_a = \sum_{t=t_0}^{t_\delta} \frac{A_t \Pi_t (t_{\text{пл}} - t_{\text{сп}})(1 + E_{\text{нп}})^{t_\delta - t}}{100} + \sum_{t=t_\delta+1}^{t_{\text{пл}}} \frac{A_t \Pi_t (t_{\text{пл}} - t_{\text{сп}})}{100(1 + E_{\text{нп}})^{t - t_\delta}}, \quad (2)$$

где  $A_t$  – норма амортизационных отчислений на реновацию средств труда, выводимых в  $t$ -м году, %;  $\Pi_t$  – первоначальная стоимость средств труда, выводимых из эксплуатации в  $t$ -м году;  $t_{\text{пл}}, t_{\text{сп}}$  – соответственно год окончания нормативного срока службы и фактический год списания средств труда.

Значение  $Y'_t$  рассчитывают по формуле:

$$Y'_t = \sum_{t=t_0}^{t_\delta} \Pi_t q_t \tau_t (1 - \alpha_t)(1 - E_{\text{нп}})^{t_\delta - t}, \quad (3)$$

где  $\Pi_t$  – оптовая цена теряемой продукции в  $t$ -м году, р./т;  $q_t$  – производительность основного оборудования, т/ч;  $\tau_t$  – продолжительность внеплановых простоев

основного оборудования в  $t$ -м году, ч;  $\alpha_t$  – удельный вес материальных затрат в стоимости товарной продукции в  $t$ -м году.

$$Y''_t = \sum_{t=t_0}^{t_\delta} \Pi_t Q_t (t_a - t_b)(1 - \alpha_t)(1 - E_{\text{нп}})^{t_\delta - t} + \sum_{t=t_\delta+1}^{t_{\text{пл}}} \frac{\Pi_t Q_t (t_{\text{пл}} - t_\delta)(1 - \alpha_t)}{(1 - E_{\text{нп}})^{t_{\text{пл}} - t}}, \quad (4)$$

где  $Q_t$  – производительность оборудования в  $t$ -м, предшествующем досрочному списанию году, т/год;  $t_b$  – год фактического вывода из эксплуатации оборудования;  $t_{\text{пл}}$  – год окончания нормативного срока службы оборудования.

$$Y'''_t = \sum_{t=t_0}^{t_\delta} M_t \Pi_t \gamma_t (1 - \alpha_t + v_t)(1 + E_{\text{нп}})^{t_\delta - t}. \quad (5)$$

Здесь  $M_t$  – количество поступающих в атмосферу отходов, имеющих деловое значение, т/год;  $\gamma_t$  – коэффициент выхода готовой продукции из утилизируемых отходов;  $v_t$  – удельный вес затрат на сырье и материалы в стоимости товарной продукции.

Учитывая принятые выше обозначения, величину полного экономического ущерба, причиняемого ОППФ в результате загрязнения атмосферы, рассчитывают по формуле:

$$Y_{\text{оф}} = Y_t + Y_a + Y'_t + Y''_t + Y'''_t. \quad (6)$$

Уместно отметить, что применяемые в настоящее время при производстве строительных материалов системы пылеулавливания мокрого типа требуют сложного шламowego хозяйства, состоящего из аппаратов для очистки сточных вод и отделений по переработке уловленных шламов. Уровень затрат на системы очистки в этих условиях соизмерим с затратами на основное производство [1, 2].

Проведенный анализ позволяет выделить три основных аспекта проблемы выбросов в строительном производстве, связанных с модернизацией систем пылеочистки:

**экологический** – оздоровление состояния воздушного и водного бассейнов, обеспечение нормальных экологических условий для персонала;

**экономический** – утилизация уловленных в сухом виде керамических пигментов, исключение из производства используемой для очистки воды и связанных с этим энергетических затрат;

**технологический** – повышение надежности и улучшение работы основного оборудования и создание высокоэффективной системы энергосберегающего пылеулавливания.

Загрязненность окружающей среды в большинстве регионов при производстве строительных материалов увеличивается из-за снижения технического уровня производства, износа технологического оборудования, сокращения капитальных вложений в природоохранные мероприятия и ухудшения использования действующих природоохранных комплексов [3].

Использование пылеочистных комплексов на основе зернистых слоев обеспечивает высокоэффективное пылеулавливание в рамках поставленных правовых и нормативных условий. Сегодня рациональное проектирование и устройство пылеочистных систем на предприятии по производству строительных материалов позволяет сэкономить огромные финансовые средства и сохранить ценные трудовые ресурсы.

**Ключевые слова:** обеспыливание, фильтры, зернистые слои.

**Список литературы**

1. *Важинский Р.А., Красовицкий Ю.В., Чугунова И.А., Романюк Е.В., Лобачева Н.Н.* Техничко-экономический анализ возможности применения зернистых фильтров в технике пылеулавливания // Труды IV Всесоюз. науч.-практ. конф. «Экологические проблемы промышленных городов». Саратов, СГТУ, 2009. С. 228–230.
2. *Романюк Е.В., Красовицкий Ю.В., Заславский Е.Л., Важинский Р.А.* Медико-экологический мониторинг пылегазовых выбросов промышленных предприятий в современном мегаполисе // Вестник ВГТУ. 2009. № 2. С. 166–170.
3. *Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р.* Промышленная экология: Учеб. пособие для вузов / Пер. с англ. под ред. проф. Э. В. Гирусова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. 527 с.



# Союз производителей керамзита и керамзитобетона разрабатывает антикризисную программу по эффективному использованию керамзита в современном индустриальном домостроении

В Самаре прошло совещание Союза производителей керамзита и керамзитобетона. В нем приняли участие представители 30 предприятий по производству керамзита и заводов по выпуску железобетонных изделий из разных регионов России.

На открытии совещания с приветственным словом к участникам обратился председатель совета НО «СПКиК», генеральный директор ЗАО «НИИКерамзит» **В.М. Горин**. В своем выступлении он отметил, что сложившаяся ситуация в мировой экономике, финансовый кризис и его последствия требуют ответственных эффективных решений не только в сфере оперативного управления страной, но и в кардинальном изменении подходов в определении приоритетных направлений господдержки существующих отраслей народного хозяйства. Это тот скелет, на который опираются все остальные отрасли экономики. Подъем и спад экономики прямо сказывается на объемах строительства. В свою очередь, строительство может стать эффективным рычагом для всей экономики.

Массовое строительство, которое началось с середины 60-х гг. прошлого века, по сути означало революцию в жилищном вопросе. Строительная газета от 1 января 1958 г. писала: «Именно в эти дни в нашей стране впервые в истории общество оказалось способным приступить к полной ликвидации жилищной нужды. В течение 10–12 лет будет решена труднейшая социальная проблема, которая столетиями не сходилась с повестки дня». Массовое жилищное строительство того времени – это прежде всего индустриальное панельное домостроение, которое базировалось в основном на керамзите и керамзитобетоне.

Сегодня в Европе технология индустриального домостроения продолжает развиваться, отвечая передовому уровню потребительских качеств возводимых сооружений и удовлетворяя самым высоким требованиям населения. Основой крупнопанельного домостроения является керамзитобетон. В советское время производству керамзита уделялось огромное внимание, в стране было построено порядка 400 заводов.

Производство керамзита, начатое в нашей стране в 1956 г., развивалось очень быстрыми темпами: в 1964 г. мощность предприятий достигла 5,3 млн м<sup>3</sup>; максимальный выпуск керамзитового гравия относится к 1990 г. – 38 млн м<sup>3</sup>. Керамзит послужил основой для развития крупнопанельного домостроения, позволившего в свое время решить ряд важнейших задач, резко увеличить объем жилищного строительства. В 1988 г. объем вводимого жилья составлял 76 млн м<sup>2</sup>, из

них 80% приходилось на крупнопанельное домостроение с применением керамзита и керамзитобетона.

В настоящее время в стране работают с неполной загрузкой порядка 160 керамзитовых заводов, что по капитальным вложениям можно оценить в 50 млрд рублей. Для модернизации и реконструкции отрасли необходима государственная поддержка, обеспечение которой способно эффективно и качественно повлиять на ход выполнения национальных программ в жилищном и промышленном строительстве. Отрасль может выпускать около 20 млн м<sup>3</sup> керамзита, что позволит дополнительно вводить в эксплуатацию 25 млн м<sup>2</sup> жилья.

Исключительная актуальность применения керамзита для нужд народного хозяйства сегодня подтверждается мировым опытом его практического использования в промышленном, жилищном и дорожном строительстве. Последнее направление также чрезвычайно важно для нашей страны в настоящее время: использование дорожных плит из керамзитобетона, применение высокопрочного плотного керамзитового гравия (керамдора) при отсыпке дорожного полотна снижают общую стоимость 1 км дороги на 10%, сроки строительства сокращаются вдвое. Применение такой технологии является настоящим спасением бюджета в условиях российского Севера, способно дать колоссальный экономический эффект для нашей страны. Большая часть территории ресурсной базы находится в условиях вечной мерзлоты и за полярным кругом.

Важнейшим направлением деятельности и основной задачей, стоящей перед Союзом производителей керамзита и керамзитобетона, является организация поддержки и лоббирования отраслевых интересов в органах государственной власти. В настоящее время отрасль смело ставит основной потенциал производства, позволяющий, при соответствующем заинтересованном подходе государства обеспечить правовые решения в строительной индустрии в области дорожного строительства, энергосберегающих технологий.

В торжественной обстановке принято в состав Союза производителей керамзита и керамзитобетона ОАО «Ульяновский комбинат строительных материалов» и вручено Свидетельство заместителю генерального директора по реконструкции и развитию **А.А. Шкунову**.

Основные направления работы совещания были затронуты в докладе директора ЗАО «НИИКерамзит» **С.А. Токаревой** и вызвали широкое обсуждение по целому ряду вопросов:



Участники совещания



Л.Д. Евсеев

- применение керамзита в современном индустриальном домостроении;
- изменение требований к свойствам керамзита для современного индустриального домостроения;
- эффективное использование керамзита в малоэтажном строительстве;
- керамзитобетонные блоки для стеновых конструкций с высокими теплозащитными свойствами;
- оборудование для технологических линий по производству керамзита;
- новые сферы применения керамзита и повышение потребительского спроса на продукцию керамзитовых предприятий.

Докладчик отметила отсутствие эффективной поддержки со стороны государства предприятий по производству стройматериалов, в частности керамзитового гравия.

В период кризиса в стране, когда затормозилась реализация программы «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», керамзит и керамзитобетон могут явиться фактором, активизирующим реализацию национального проекта. Это связано с неоспоримыми преимуществами керамзитобетона – долговечностью, пожаробезопасностью, экологичностью (биостойкость, отсутствие вредных выделений в процессе долговременной эксплуатации и в экстремальной ситуации, например в условиях пожара). Кроме того, важное значение имеют доступность и сравнительная дешевизна. Для многих регионов страны керамзит является местным строительным материалом, не требующим дорогостоящих дальних перевозок.

Существенное значение имеет также многофункциональность керамзита:

- легкий керамзит для эффективных стеновых конструкций с высокими теплозащитными свойствами (керамзитовые блоки, панели, монолит), позволяющий возводить однослойную стену без фасадных утеплителей;
- высокопрочный керамзит для несущих элементов и конструкций дает возможность получать керамзитобетон марок М200-300-500. Это великолепный материал при возведении зданий повышенной этажности и высотных зданий, обеспечивающий снижение нагрузок на фундаменты, повышение этажности зданий, уменьшение материалоемкости на 30–40%, экономию арматуры – до 15%, бетона – до 30%; на 10–12% снижаются затраты на изготовление конструкций. Строить из керамзита и керамзитобетона в три раза быстрее и на 40% дешевле при обеспечении надежной долговечности.

Современное строительство выдвигает более жесткие требования к свойствам керамзита. Это детально было рассмотрено в докладе ведущего научного сотрудника ЗАО «НИИКерамзит» канд. техн. наук **М.К. Кабановой**. Повисил спрос на высокопрочные легкие бетоны для возведения каркасов высотных домов. Для них требуется высокопрочный керамзитовый гравий с преимущественным содержанием фракции 5–10 мм, высокой плотностью, прочностью 5,5 МПа и выше.

Было показано многообразие сфер применения керамзита. Достоинства конструкционных керамзитобетонов подтверждены ши-

рокой практикой промышленного, гражданского строительства, а также в мостостроении. Этот материал открывает широкие перспективы и для развития современного дорожного строительства.

С другой стороны, существенно возрос спрос на очень легкой керамзитовый гравий плотностью от 150–200 до 300–350 кг/м<sup>3</sup>. На его основе получают эффективные стеновые материалы с высокой теплозащитой как в виде блоков, панелей, так и в варианте монолитной заливки.

Вторая часть доклада **М.К. Кабановой** была посвящена актуальному вопросу – широким возможностям применения керамзита в малоэтажном строительстве. По мнению ряда руководителей стройкомплекса страны малоэтажное строительство является перспективным направлением развития Российской Федерации. Это одно из направлений антикризисной политики.

Керамзит может обеспечить различные варианты для возведения малоэтажного жилья. Он пригоден для реализации конструктивных решений по типу каркасного строительства: в каркасно-панельном варианте, с использованием керамзитобетонных блоков различных типоразмеров. Установки вибропрессования обладают большой мощностью и высоким уровнем автоматизации. Интересные перспективы открывает получение блоков из крупнопористого керамзитобетона. Эффективные результаты в малоэтажном строительстве дает монолитная заливка керамзитобетона с использованием съемной и несъемной опалубки.

Весьма перспективным методом для малоэтажного строительства является каркасно-панельная технология. Приводятся данные по срокам изготовления дома площадью 150–200 м<sup>2</sup> в заводских условиях за 2–3 дня; при наличии коммуникаций и фундамента дом «под ключ» будет готов в кратчайшие сроки, порядка 10 рабочих дней.

Для такого варианта малоэтажного строительства керамзит является чрезвычайно удобным и доступным материалом, дающим возможность изготовления в заводских условиях широкой номенклатуры необходимых теплоизоляционных, конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных элементов для возведения 2–4-этажных домов. Керамзит может быть использован в качестве утепляющих засыпок, а также при изготовлении фундаментов, теплых полов.

Каркасно-панельное домостроение дает возможность быстрого возведения долговечных, надежных, теплоэффективных, экологически чистых домов. Зарубежный опыт, в частности Канады (климатические условия схожи с российскими), прекрасно это подтверждает: более 90% населения проживает в таких домах. В Германии в настоящее время строятся преимущественно малоэтажные жилые дома: 80% среди вновь построенных зданий составляют 2- и 3-этажные дома. В Скандинавских странах преобладающий тип жилища – малоэтажные дома, 79% от общего объема жилого фонда.

Одной из составляющих этой производственной базы могут служить керамзитовые заводы и производители керамзитобетонных изделий.

Созданное в стране национальное агентство малоэтажного и коттеджного строительства НАМИКС могло бы выполнить организа-



ционные, регулирующие функции в деле создания и государственной поддержки такой производственной базы для малоэтажного строительства на основе керамзита и керамзитобетона.

В настоящее время выпуск доступных строительных материалов, создание относительно простых проектов малоэтажных домов и организация производственной базы по изготовлению конструкций, узлов, деталей, объемных модулей для монтажа этих домов являются факторами антикризисной программы и послужат для активизации жилищного строительства в нашей стране.

Эффективность подобного подхода подтверждает успешно реализованная в США концепция жилой малоэтажной застройки пригородов и поселков, которая реализуется с 3-х гг. XX в. Простота конструктивных планировочных решений и организованное массовое производство деталей и конструкций для дешевых малогабаритных домов позволили сдавать «под ключ» за один день. В результате были построены миллиарды квадратных метров жилья, и к 1990 г. более 50% населения страны проживало в малоэтажных домах, в основном в пригородах крупных и средних городов.

В свое время была отработана технология панельного строительства, которая явилась новаторской и дала мощное ускорение жилищному строительству в нашей стране. Панельная технология не исчерпала своих возможностей и может быть использована в современных строительных технологиях, в том числе для малоэтажного строительства.

Выступления представителей предприятий охватывали широкий круг вопросов, от совершенствования технологических процессов, обновления оборудования, улучшения качества продукции, расширения ассортимента и сфер применения керамзита и керамзитобетона до необходимости обновления нормативной документации и усиления рекламно-информационной политики.

В своем выступлении генеральный директор ЗАО «Керамзит» (Рязань) **А.А. Сапрыкин** поделился опытом производства керамзита и керамзитобетона. На предприятии в больших объемах выпускается очень легкий керамзитовый гравий плотностью 150–250–350 кг/м<sup>3</sup>, который пользуется большим спросом для строительства в Москве и Подмоскowie.

Генеральный директор ООО «Винзилинский завод керамзитового гравия» (Тюменская обл., п. Винзили) **Р.Ф. Саммасов** рассказал об опыте работы своего завода. Предприятие выпускает порядка 240 тыс. м<sup>3</sup> керамзита в год, который используется не только в Тюмени, но также поставляется в Новосибирск, Омск; кроме того, изготавливаются керамзитобетонные блоки.

Генеральный директор ООО «Завод керамзитового гравия» (г. Октябрьск) **Л.П. Шиянов**, рассказывая о работе предприятия, особое внимание уделил вопросам эффективного использования керамзита. Помимо применения в строительстве керамзит используют в качестве сорбентов для нужд водоочистки, для выращивания овощей.

Крупные фракции, наименее востребованные на большинстве предприятий, на заводе в г. Октябрьске в настоящее время успешно применяют для изготовления блоков и монолитной заливки по варианту крупнопористого керамзитобетона любого заданного размера, производя распил с высокой точностью. При этом расход цемента доведен до 100 кг на 1 м<sup>3</sup> (для теплоизоляционного крупнопористого керамзитобетона). Теплопроводность таких блоков составляет 0,11 Вт/(м<sup>2</sup>·°C); теплопроводность используемого керамзита составляет 0,15 Вт/(м<sup>2</sup>·°C). Это материал экологически чистый, отвечает всем нормативным требованиям по звукоизоляции, огнестойкости, теплоизоляции, что подтверждено специально проведенными испытаниями. При толщине стены 350 мм обеспечивается комфортность и необходимая теплозащита.

Директор ЦЭС, зав. кафедрой СГАСУ канд. техн. наук **Ю.С. Вытчиков** посвятил свой доклад эксплуатационным свойствам стеновых камней из крупнопористого беспесчаного керамзитобетона.

Улучшенные теплофизические свойства обеспечивают структуру такого камня: внутренний и наружный слои сделаны из керамзитобетона мелкой фракции (1–5 мм), средний слой крупнопористого керамзитобетона из крупных фракций керамзита (10–16 мм). Кварцевый песок не используется. В структуре материала много мелких пор.

Такие керамзитобетонные камни (блоки) различных типоразмеров – рядовые, стеновые, перегородочные изготавливают по новой

технологии. Технология легко реализуется в заводских условиях. Блоки выпускаются с фактурным слоем на заводе либо в процессе строительства на стену наносится штукатурный раствор.

Проведены теплотехнические обследования зданий, построенных из керамзитобетонных блоков такого типа в Самарской области. Испытания выполнялись в реальных эксплуатационных условиях в зимне-весенний период 2009 г. В процессе работы были проведены теплотехнические обследования зданий коттеджей с помощью тепловизора «THERMA CAM B2» и теплофизические расчеты наружных стен. Результаты показали отсутствие конденсации водяного пара в наружной стене здания в зимний период эксплуатации; достаточную воздухопроницаемость для обеспечения нормативного воздухообмена; необходимое сопротивление паропроонианию, поэтому установка дополнительной пароизоляции не требуется. Показатель термического сопротивления теплопередаче 2,49–2,37 (м<sup>2</sup>·°C)/Вт, что выше нормативных требований по Самарской области (нормативное значение 2 (м<sup>2</sup>·°C)/Вт).

Испытания показали, что двухэтажные коттеджи со стенами из керамзитобетонных камней нового типа (крупнопористый беспесчаный керамзитобетон, слои с мелкими и крупными фракциями керамзита) соответствуют современным нормативным санитарно-гигиеническим и комфортным требованиям, а также условиям энергосбережения для жилых зданий.

Такой вариант строительства может служить в качестве типового решения для массовой застройки (коттеджное, сельское домостроение).

Возможности использования керамзитовой технологии для получения сорбентов из опал-кристобалитового сырья, диатомитов были рассмотрены в докладе заместителя генерального директора по реконструкции и развитию ОАО «Ульяновский комбинат строительных материалов» **А.А. Шкунова**. Такие сорбенты удовлетворяют самым высоким требованиям при очистке промышленных и сточных вод, при использовании для нужд водоподготовки, для ликвидации разливов нефтепродуктов. Потребности в таких сорбентах чрезвычайно велики. В настоящее время прорабатываются различные технологические подходы для оптимизации свойств сорбентов с использованием керамзитовой технологии.

Генеральный директор ООО «Строммашкомплект» **И.А. Ксенофонов** отметил, что несмотря на кризис, предприятие активно работает. Выпускаются вращающиеся печи, сушильные барабаны, холодильники, глинорыхлители, системы аспирации, различные мельницы. За шесть последних лет была проведена поставка оборудования по заявкам немецких, польских фирм. Для Ирана были изготовлены печи для обжига керамзита переменной сечения. В 2008 г. была завершена поставка оборудования на польский завод, который обеспечит потребности в керамзите всей Польши.

В последнее время ООО «Строммашкомплект» совместно с ЗАО «НИИКерамзит» реализовали несколько перспективных проектов, которые должны получить дальнейшее развитие.

Доклад директора ООО «ИМТОС» канд. техн. наук **В.В. Репекто** был посвящен вопросам индустриального домостроения, в том числе с использованием современного варианта панельного строительства. Было обращено внимание на то, что несмотря на кризис, предприятия стройиндустрии переходят на новые технологии и этот процесс перевооружения дает предприятиям существенный выигрыш.

Докладчик остановился на методе безопалубочного формирования, который внедрялся в Ульяновске, Самаре, Екатеринбурге. Эта прогрессивная технология применима для керамзитобетона. На линиях без-опалубочного формирования возможен выпуск любых линейных элементов, которые не требуют поперечного армирования. На них изготавливаются пустотные плиты, перемычки, сваи, дорожные плиты.

Ведутся работы по технологии изготовления конструкций панельных зданий. Передовой опыт и новые технологии панельного домостроения изучались во время поездки в Финляндию и Германию.

В Финляндии более 60% домов панельные, при этом они отличаются большим разнообразием по конструкции, виду фасадов, фактуре отделочных материалов, что достигается использованием новых технологий.

В Германии керамзитобетон используют в двухслойных панелях: первый слой из конструкционного керамзитобетона; второй выполняет роль утеплителя и фактурного слоя.

Керамзитобетон – это перспективный материал для решения жилищной проблемы в России.

Выступление генерального директора ООО «РИТМ-Л», члена РААСН д-ра техн. наук **Л.Д. Евсеева** было посвящено вопросам экологической безопасности строительных материалов. В частности, эксплуатационные свойства конструктивных элементов с использованием полистирола. Многослойные ограждающие конструкции с полимерной теплоизоляцией получили в настоящее время широкое распространение, хотя целесообразность их применения вызывает много вопросов и возражений со стороны ряда специалистов. Их долговечность, экологичность и пожарная безопасность не идут ни в какое сравнение с керамзитобетонными конструкциями.

Декларируемые показатели теплозащиты по существу не соответствуют реальным, так как в процессе эксплуатации пенополистирол подвергается естественной деструкции под действием кислорода воздуха, смены температур, влажности. При этом материал разрушается и уже не выполняет теплозащитных функций. Кроме того, теплозащитные функции снижаются также из-за накопления влаги внутри утеплителя, что имеет место в процессе эксплуатации. Газообразные продукты, выделяющиеся при деструкции пенополистирола, оказывают вредное воздействие на человека. Угроза многократно возрастает в условиях пожара. По данным НИИ ПО, 18% людей при пожаре в таких зданиях погибают от ожогов, 82% погибают от отравления.

Появление плесени и грибка в домах – еще один фактор угрозы, представляющий серьезную опасность для здоровья человека.

Экологическая опасность, пожароопасность, недостаточная долговечность и резкое падение теплозащитных свойств в процессе эксплуатации чрезвычайно остро ставят вопросы по целесообразности использования пенополистирола как в многослойных конструкциях, так и в варианте наружной теплоизоляции.

Докладчик указал на рекламный прессинг и недобросовестность рекламы, где приводятся заведомо неверные сведения по долговечности конструктивных элементов из пенополистирола, что является обманом потребителя: не 40–60 лет, а 5–8 и не более 14 лет, при этом

строительно-технические характеристики материала существенно ухудшаются в процессе эксплуатации, а в перспективе возникнут сложные проблемы по дорогостоящему ремонту зданий.


Генеральный директор ОАО «Керамзит» (Самара) **А.Ю. Полонский** сообщил, что предприятие работает, на нем ведутся работы по реконструкции технологической линии. Предприятие выпускает легкий и прочный керамзит, фракционированный и в больших объемах. Керамзит и керамзитобетон необходимо широко внедрять. Главное, чтобы проектировщики закладывали этот материал в проекты, дома будут экологичными, долговечными и ниже по стоимости.

В своем докладе генеральный директор ООО «ДСК-ЖБИ № 3» (Самара) **В.С. Иванов** отметил, что предприятие выпускает керамзитобетонные блоки марок М25-М75, проведены испытания стены, собранной из таких блоков, толщиной 450 мм (под штукатурным раствором), которые показали, что она проходит по показателю теплопроводности. Кроме того, предприятие выпускает железобетонные плиты. Подготовлен фундамент, подписан контракт на линию по изготовлению колонн и ригелей для сборно-монолитного каркаса. Сейчас предприятие ведет проработку по изготовлению однослойной навесной самонесущей панели из сборно-монолитного каркаса.

Участники совещания провели активное обсуждение затронутых вопросов, проблем, возникших в отрасли стройматериалов, на предприятиях по производству керамзита и керамзитобетонных изделий. Они говорили о необходимости государственной поддержки предприятий, о мерах, которые позволят найти пути выхода из кризиса, обеспечить рост производства, что в конечном итоге создаст основу для решения национальной жилищной программы.

Участники совещания приняли решение подготовить обращение в Правительство Российской Федерации, Государственную думу и к губернаторам регионов об эффективности использования керамзитобетона в индустриальном домостроении, в том числе при малоэтажном строительстве. Применение керамзитобетона обеспечит дополнительно в Российской Федерации 20 млн м<sup>2</sup> жилья в год.

**Ключевые слова:** керамзит, керамзитобетон, домостроение.



**СОЮЗ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
КЕРАМЗИТА  
и КЕРАМЗИТОБЕТОНА**

НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ


**Россия, 443086, Самара, Ершовского 3 "А" оф.229**  
E-mail: [keramzit\\_union@mail.ru](mailto:keramzit_union@mail.ru)  
Тел./факс (846) 263-41-19

---

**ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

- Осуществление четкой, обоснованной научно-технической политики
- Выработка кардинальных направлений по применению керамзита и керамзитобетона в России и за рубежом
- Продвижение индустриального домостроения на основе керамзитобетона
- Организация рекламно-информационной службы для продвижения керамзита и керамзитобетонных изделий на строительном рынке
- Оказание содействия членам союза в заключении договоров на поставку продукции
- Участие членов союза в разработке нормативных правовых актов, государственных программ, стандартов и иных документов на региональном, федеральном, межгосударственном уровне

Реклама



**ЗАО "НИИКерамзит"**

**48 лет успешной научно-практической и внедренческой деятельности в области производства искусственных пористых заполнителей и бетонов на их основе**

- **Обследование технологических линий** и разработка предложений по их модернизации
- **Исследование** физико-химических и технологических свойств глинистого сырья, оценка его пригодности для производства керамзита и кирпича, подбор эффективных технологических решений
- **Разработка научно-технической документации** (технологических регламентов, технических условий и др.)
- **Оказание технической помощи** при модернизации существующих и строительстве новых предприятий
- **Подбор составов керамзитобетона** на местных материалах с отработкой технологии
- **Определение основных** физико-механических и теплотехнических характеристик керамзитового гравия и керамзитобетона
- **Выполнение теплотехнических расчетов** наружных ограждающих конструкций зданий

**Оказываем помощь по поставкам керамзитового гравия и оборудования для его производства**

**Россия, 443086, Самара, Ершовского 3 "А" оф.202**  
Телефон/факс (846) 263-00-79, 263-42-49  
E-mail: [keramzit@saminfo.ru](mailto:keramzit@saminfo.ru)    [www.keramzit-isr.saminfo.ru](http://www.keramzit-isr.saminfo.ru)

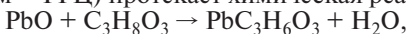
Е.В. КОРОЛЕВ, д-р техн. наук, советник РААСН, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС); А.Н. БОРМОТОВ (alexborr@pgta.ac.ru), канд. техн. наук, Пензенская государственная технологическая академия; А.С. ИНОЗЕМЦЕВ (a.s.inozemtsev@gmail.com), С.С. ИНОЗЕМЦЕВ (inozemtsevss@mail.ru), магистранты, ПГУАС

## Глетглицериновые строительные материалы для защиты от радиации

Как известно, на объектах атомной промышленности успешно применяют металлические, полимерные и композиционные материалы. При повышенных радиационных нагрузках применяют металлы и сплавы, при средних нагрузках – композиционные материалы, а полимеры используют при незначительных энергиях ионизирующего излучения [1]. Для создания новых защитных материалов перспективны композиты, так как, варьируя вид и содержание компонентов, можно подбирать требуемый химический состав и получать материалы с заданными свойствами [2].

Наиболее эффективными являются материалы, содержащие в определенной пропорции легкие, средние и тяжелые химические элементы. К композитам, имеющим такой химический состав, относят глетглицериновые материалы, которые получают посредством твердения оптимально подобной смеси оксида свинца, глицерина и комплекса химических добавок [3–5].

При совмещении глицерина с тонкомолотым оксидом свинца (такая смесь называется глетглицериновым цементом – ГГЦ) протекает химическая реакция:



в результате которой образуются глицераты свинца [6], обеспечивающие твердение, формирование структуры и эксплуатационные свойства глетглицериновых композитов. При этом смесь быстро схватывается (в течение 1–3 мин) и наблюдается значительный ее разогрев (на 90°C и более). Очевидно, что изготовление качественных изделий из такой смеси затруднительно.

Регулировать сроки схватывания ГГЦ можно традиционным способом – введением поверхностно-активных добавок (ПАВ). По данным [6], для изготовления глетглицериновых композитов целесообразно использовать 85% водные растворы глицерина, в данной работе в качестве добавок предложено использовать суперпластификатор С-3 и сульфанол (анионоактивный ПАВ). Для определения вида модифицирующей добавки и ее концентрации использовали критериальный подход, в соответствии с которым качество материала оценивали по обобщенному критерию качества:

$$k_d = 4\sqrt{k_n k_{tr} k_p k_{nc}} = 4\sqrt{\frac{P_{min} \cdot k_{tri} \cdot \rho_{mi} \cdot t_{nc}}{P_i \cdot k_{trmax} \cdot \rho_{mmax} \cdot t_{30}}},$$

где  $k_{tr}$  – критерий, учитывающий влияние концентрации добавки на трещиностойкость  $k_{tr}(C_d)$ ;  $k_{tr} = R_{изг}/R_{сж}$ ;

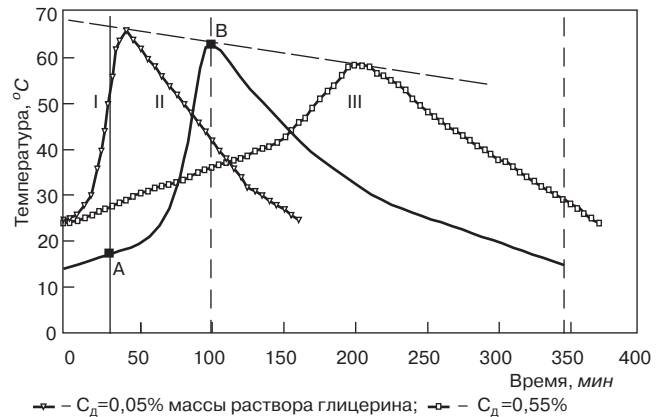


Рис. 1. Влияние концентрации сульфанола на кинетику тепловыделения ГГЦ ( $S_{уд}=240 \text{ м}^2/\text{кг}$ ;  $v_f=0,38$ ). Кинетика процессов структурообразования ГГЦ: А – начало схватывания; В – конец схватывания; I – индукционный период; II – период протекания химической реакции; III – период охлаждения и физического структурообразования

$R_{изг}$  – предел прочности при изгибе;  $R_{сж}$  – предел прочности при сжатии;  $k_{tr}$  – критерий, учитывающий влияние концентрации добавки  $C_d$  на пористость материала  $P(C_d)$ ;  $k_p$  – то же, на среднюю плотность  $\rho_m(C_d)$ ;  $k_{nc}$  – то же, на начало схватывания смеси;  $t_{30}$  – граничное значение показателя  $t_{nc}$ , равное 30 мин.

Полученные экспериментальные и расчетные данные показывают, что в качестве добавки для регулирования сроков схватывания и твердения эффективнее использовать сульфанол с концентрацией не более 0,5%.

Введение сульфанола, изменяющего скорость взаимодействия оксида свинца с глицерином, закономерно влияет на кинетику тепловыделения (рис. 1).

Анализ кинетики тепловыделения глетглицериновых цементов (рис. 1) показывает, что на кривой  $T=f(t)$  можно выделить три периода: индукционный период (I) – начальный участок  $T=f(t)$ , на котором изменение температуры незначительно; период химического структурообразования (II) – участок резкого повышения температуры; период физического структурообразования (III) – участок охлаждения.

Граница между I и II периодами является началом схватывания, между II и III периодами – концом схватывания. Каждый период можно охарактеризовать скоростью изменения температуры  $v_i$  и длительностью  $\tau_i$ .

Таблица 1

Концентрация сульфанола, % массы раствора глицерина	Периоды структурообразования						$T_{max}, ^\circ\text{C}$	Сроки схватывания, мин		$Q', ^\circ\text{C}\cdot\text{мин}$
	I		II		III			начало	конец	
	$v_i$	$\tau_i$	$v_i$	$\tau_i$	$v_i$	$\tau_i$				
0,05	0,3	10	1,27	30	0,34	120	66	10	40	676,5
0,55	0,13	150	0,27	55	0,2	165	58	150	205	2943,4

Примечание. Скорость изменения температуры  $v_i$  измеряется в  $^\circ\text{C}/\text{мин}$ , длительность периода  $\tau_i$  – в мин.

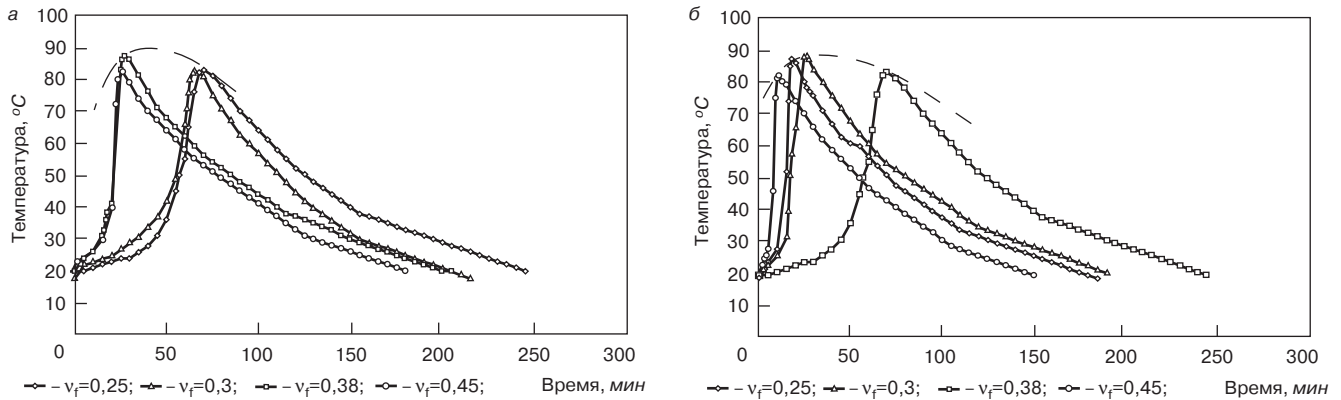


Рис. 2. Кинетика тепловыделения глетглицериновых цементах (концентрация сульфанола 0,25% массы раствора глицерина): а – удельная поверхность оксида свинца  $S_{уд}=160 \text{ м}^2/\text{кг}$ ; б –  $S_{уд}=310 \text{ м}^2/\text{кг}$

Таблица 2

Параметры структуры и свойства	Концентрация сульфанола, %		
	0,05	0,55	1,06
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	3340	3430	3410
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	4880	4840	4710
Пористость, %	31,6	29,1	27,6
Прочность при сжатии, МПа	10,79	12,37	15,33
Прочность при изгибе, МПа	3,82	5,12	5,55

Анализ данных рис. 1 показывает, что увеличение концентрации сульфанола приводит к закономерному повышению продолжительности индукционного периода и снижению величины максимального разогрева  $T_{\max}$  (табл. 1). При этом прочность ГГЦ увеличивается (табл. 2). Такое влияние сульфанола можно объяснить тем, что взаимодействие частиц оксида свинца с глицерином протекает как на поверхности частиц, так и в межчастичном пространстве. Сульфанол адсорбируется как на частицах  $\text{PbO}$ , так и на продуктах реакции – глицератах свинца. Это одновременно обеспечивает снижение скорости взаимодействия компонентов, удаление продуктов реакции с поверхности частиц и способствует увеличению количества глицератов свинца и плотности материала. Указанный механизм обеспечивает увеличение относительного количества выделяющегося тепла  $Q'$  (табл. 1), уменьшению истинной плотности вследствие образования глицератов свинца и пористости материала (табл. 2).

Увеличение степени наполнения и удельной поверхности  $\text{PbO}$  значительно ускоряет химическое взаимо-

действие (рис. 2, табл. 3) и закономерно влияет на свойства ГГЦ (табл. 4). Из рис. 2 видно, что зависимость температуры разогрева  $T_{\max}$  от степени наполнения имеет экстремальный характер. С увеличением удельной поверхности  $\text{PbO}$  степень наполнения, при которой наблюдается максимальный разогрев, закономерно смещается в область меньшей степени наполнения: для ГГЦ, изготовленного на  $\text{PbO}$  с  $S_{уд}=160 \text{ м}^2/\text{кг}$ , объемная степень наполнения, при которой наблюдается максимальный разогрев, равна  $v_f=0,38$ ; для ГГЦ на  $\text{PbO}$  с  $S_{уд}=310 \text{ м}^2/\text{кг}$  –  $v_f=0,3$ .

Для установления причин нелинейного изменения  $T_{\max}$  от содержания оксида свинца рассмотрим влияние основных факторов. Предположим, что химическая реакция протекает на поверхности частиц оксида свинца и характеризуется удельной величиной  $q_s$ , имеющей размерность Дж/м<sup>2</sup>. Суммарная поверхность границы раздела фаз  $\text{PbO}$ –глицерин равна:

$$S_f = v_f S_{уд} = v_f \rho_f S_{уд}; \quad (1)$$

общее количество тепла, выделяющегося при химической реакции:

$$Q = q_s S_f = q_s v_f \rho_f S_{уд}, \quad (2)$$

где  $v_f$  – объемная доля оксида свинца;  $S_{уд}$  – удельная поверхность наполнителя;  $\rho_f$  – плотность оксида свинца.

Выделяющееся тепло расходуется на разогрев смеси:

$$Q = c_m m (T_{\max} - T_0), \quad (3)$$

где  $c_m$ ,  $m$  – теплоемкость и масса смеси соответственно;  $T_{\max}$ ,  $T_0$  – максимальная и начальная температуры.

Теплоемкость и масса смеси равны:

$$\begin{aligned} c_m &= v_f c_{\text{PbO}} + (1 - v_f) c_{\text{гл}}, \\ m &= v_f \rho_f + (1 - v_f) \rho_{\text{гл}}, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $c_{\text{PbO}}$ ,  $c_{\text{гл}}$  – теплоемкости оксида свинца и глицерина;  $\rho_{\text{гл}}$  – плотность раствора глицерина.

Таблица 3

Объемная доля $\text{PbO}$	Периоды структурообразования						$T_{\max}, \text{ }^\circ\text{C}$	Сроки схватывания, мин		$Q', \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{мин}$
	I		II		III			начало	конец	
	$v_f$	$\tau_f$	$v_f$	$\tau_f$	$v_f$	$\tau_f$				
$S_{уд}=160 \text{ м}^2/\text{кг}$										
0,25	0,13	30	1,47	40	0,36	175	83	30	70	1394,5
0,3	0,36	25	1,4	40	0,42	150	83	25	65	1592,5
0,38	0,6	10	3,58	17	0,38	173	87	10	27	790,1
0,45	0,62	8	3,41	17	0,4	155	82	8	25	670
$S_{уд}=310 \text{ м}^2/\text{кг}$										
0,25	0,45	20	2,14	28	0,4	172	86	20	48	1180,9
0,3	0,69	13	4,83	12	0,4	165	88	13	25	564,6
0,38	1	8	6	10	0,4	167	87	8	18	468,5
0,45	1,6	5	9	6	0,44	139	82	5	11	250

Таблица 4

Свойство	Объемная доля наполнителя			
	0,25	0,3	0,38	0,45
$S_{уд} = 160 \text{ м}^2/\text{кг}$				
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	2720	3110	3470	4370
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	3230	3460	3670	5970
Пористость, %	16	11	6	25
Прочность при сжатии, МПа	3,5	6,19	16,41	14,75
Прочность при изгибе, МПа	5,29	3,09	6,5	6,77
$S_{уд} = 310 \text{ м}^2/\text{кг}$				
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	2410	2870	3430	4330
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	3470	3510	3570	6100
Пористость, %	30	18	4	29
Прочность при сжатии, МПа	7,43	13,94	19,41	18,7
Прочность при изгибе, МПа	3,67	5,87	7,11	6,98

Приравнявая уравнения (2) и (3), подставляя зависимость (4) и решая относительно  $T_{\max}$ , получим:

$$T_{\max} = T_0 + q_s \frac{v_f \rho_f S_{уд}}{(v_f c_{РвО} + (1 - v_f) c_{ГЛ}) \cdot (v_f \cdot \rho_f + (1 - v_f) \rho_{ГЛ})} \quad (5)$$

При  $q_s = \text{const}$  и  $S_{уд} = \text{const}$   $T_{\max}$  линейно зависит от  $v_f$ . Объяснить снижение величины  $T_{\max}$  для составов с высокой степенью наполнения ( $v_f = 0,45$ ) возможно только уменьшением значений  $q_s$  и  $S_{уд}$ . Отсюда очевидно, что указанное возможно при капсуляции частиц РвО и блокировке поверхности частиц продуктами реакции, особенно при недостатке сульфанола.

Таким образом, проведенные исследования позволили сформулировать гипотезу о механизме влияния анион-

активных ПАВ, в частности сульфанола, на структурообразование глетглицериновых цементов, определить оптимальную концентрацию сульфанола (для получения технологичных смесей), равную  $4,9 \cdot 10^{-6} \text{ \%}/\text{м}^2$ , разработать составы глетглицериновых цементов, имеющих достаточно высокие показатели физико-механических свойств.

**Ключевые слова:** глетглицериновые материалы, радиация, композиты.

**Список литературы**

1. Королев Е.В. Цементы, бетоны, строительные растворы и сухие смеси. Ч. II: Справочник. СПб.: Профессional, 2009. С. 100–117.
2. Прошин А.П., Королев Е.В., Демьянова В.С., Комохов П.Г. Строительные растворы и бетоны для защиты от радиации. Пенза: ПГУАС, 2005. 289 с.
3. Бормотов А.Н., Королев Е.В., Преснякова О.В. Реологические свойства глетглицериновых мастик специального назначения: Материалы X академических чтений РААСН «Достижения, проблемы и перспективные направления развития теории и практики строительного материаловедения». Пенза–Казань: КГАСУ, 2006. С.124–126.
4. Патент № 2319676. Композиция для изготовления радиационно-защитных строительных материалов / А.Н. Бормотов, Е.В. Королев, О.В. Преснякова // Заявл. 31.01.2006. Оpubл. 20.03.2008. Бюл. № 8.
5. Патент №2319675. Быстротвердеющие радиационно-защитные строительные композиты / А.Н. Бормотов, Е.В. Королев, О.В. Преснякова / Заявл. 30.01.2006. Оpubл. 20.03.2008. Бюл. № 8.
6. Пащенко А. А., Сербин В. П., Старчевская В. А. Вяжущие материалы. Киев: 1975.

ufi Approved Event

XV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# ВОЛГАСТРОЙЭКСПО

2010  
КАЗАНЬ

27-30  
АПРЕЛЯ

Выставочный центр "Казанская ярмарка"  
Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,  
т./ ф.: (843) 570-51-27, 570-51-11, e-mail: d1@expokazan.ru,  
www.volgastroeyexpo.ru, www.expokazan.ru

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
150 - 9001

КАЗАНСКАЯ  
ЯРМАРКА

И.Н. ТИХОМИРОВА, канд. техн. наук, Т.В. СКОРИНА, инженер (tajskrina@rambler.ru), РХТУ им. Д.И. Менделеева (Москва)

## Влияние силикатного модуля жидкого стекла на свойства вяжущих материалов

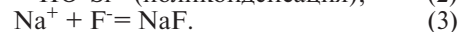
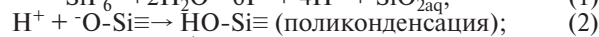
Композиции на основе жидкого стекла и минеральных наполнителей – это перспективные конструкционные материалы, которые обладают рядом уникальных технологических свойств – коррозионной стойкостью, жароупорностью, абсолютной кислотостойкостью и высокими прочностными характеристиками (40 МПа и более). В последние годы в связи с удорожанием энергоресурсов и ужесточением требований к экологическим показателям производства вопросы технологии получения безобжиговых вяжущих вновь становятся актуальными. Расширение области применения жидкостеклянных композиций (ЖСК) сдерживается такими недостатками материала, как высокая пористость и невысокая морозостойкость. Оптимизация этих свойств предполагает установление закономерностей фазообразования и структурирования в ходе твердения вяжущей системы на основе жидкого стекла.

На сегодняшний день остаются дискуссионными вопросы, касающиеся механизмов химического отверждения жидкого стекла и влияния характеристик жидкого стекла на состав фаз и микроструктуру материала. Данная работа посвящена исследованию влияния силикатного модуля натриевого жидкого стекла на структуру и свойства наполненных композиций, а также исследованию кинетики их твердения.

Зависимость прочностных характеристик, водопоглощения и открытой пористости от силикатного модуля изучалась на образцах следующих составов: натриевое жидкое стекло плотностью 1380 кг/м<sup>3</sup> (содержание определялось по удобоукладываемости); отвердитель жидкого стекла – кремнефтористый натрий (Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>); наполнитель – кварцевый песок. Образцы твердели в воздушных условиях при температуре 20±5°C и относительной влажности 50% в течение 28 сут. Установлено, что в промышленном диапазоне модулей жидкого стекла (m) прочность вяжущей системы существенно снижается с увеличением силикатного модуля (рис. 1). Водопоглощение и открытая пористость композиции также зависят от силикатного модуля (рис. 2). Повышение водопоглощения с 8 до 12 % при переходе от m=2,2

к m=3,1 обусловлено увеличением пористости, что вполне согласуется с падением прочностных характеристик (прочность при сжатии снижается на 50%, прочность при изгибе – на 40%). Поскольку все испытанные образцы имели строго определенный гранулометрический состав наполнителя и заполнителя, массовое соотношение компонентов, а также готовились по одинаковой технологии, справедливо полагать, что такое существенное отличие эксплуатационных характеристик ЖСК обусловлено различием в свойствах связующего (ксерогеля кремниевой кислоты). Поэтому исследование влияния силикатного модуля на кинетику процессов твердения проводилось в ненаполненных системах, содержащих только натриевое жидкое стекло и отвердитель (Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>).

Химическое взаимодействие в системе натриевое жидкое стекло – Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> можно представить следующими уравнениями:



В процессе твердения часть SiO<sub>2</sub> постепенно переходит в малорастворимый кремнегель по схеме (2), растворимость коллоидных частиц которого крайне мала (при t = 94°C составляет 0,04%); такой SiO<sub>2</sub> можно считать нерастворимым [1]. Стеклообразные силикаты натрия состава Na<sub>2</sub>O·mSiO<sub>2</sub>, где m ≥ 4, также характеризуются малой растворимостью. При изучении механизма химического отверждения натриевого жидкого стекла (рис. 3) степень превращения SiO<sub>2</sub> в нерастворимые формы определялась путем регистрации остаточного содержания растворимого SiO<sub>2</sub> в твердеющей системе. Пробу твердеющего материала кипятили в течение 0,5 ч. По истечении этого времени проба представляла собой истинный раствор растворимых продуктов твердения и взвес нерастворимых. После осаждения отбирали аликвотную часть раствора и вводили в реактив Айлера. Концентрация растворенного SiO<sub>2</sub> определялась фотометрически по интенсивности окрашивания синего кремнемолибденового комплекса.

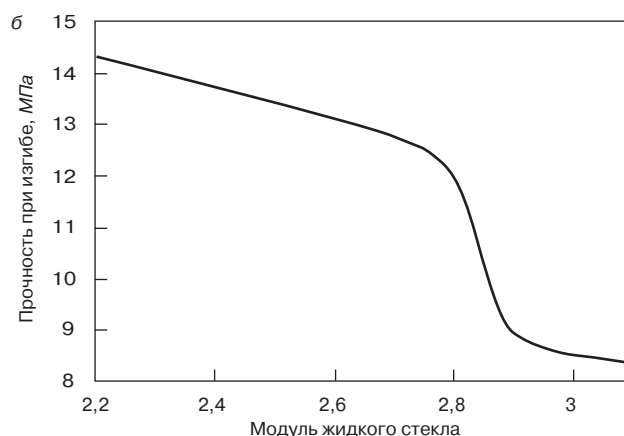
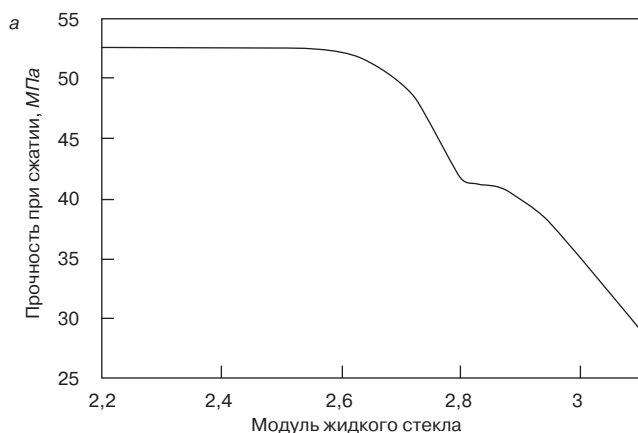


Рис. 1. Прочность вяжущей системы натриевое жидкое стекло–Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> в зависимости от силикатного модуля жидкого стекла: а – при сжатии; б – при изгибе



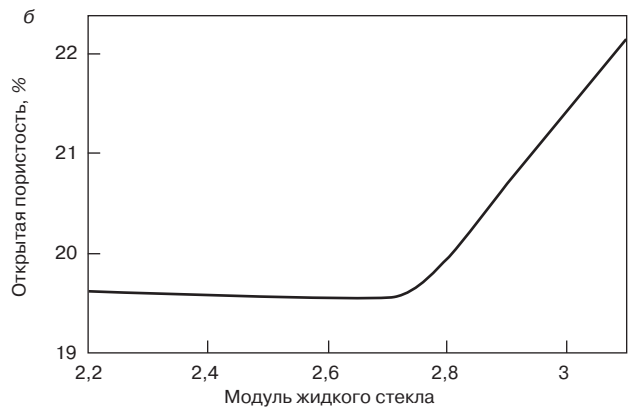
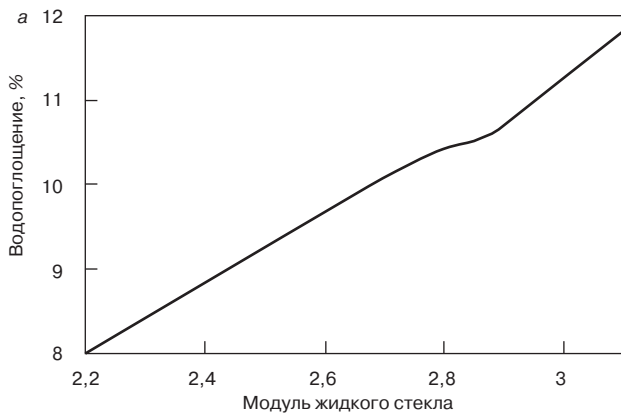


Рис. 2. Зависимость водопоглощения (а) и открытой пористости (б) композиции от модуля жидкого стекла

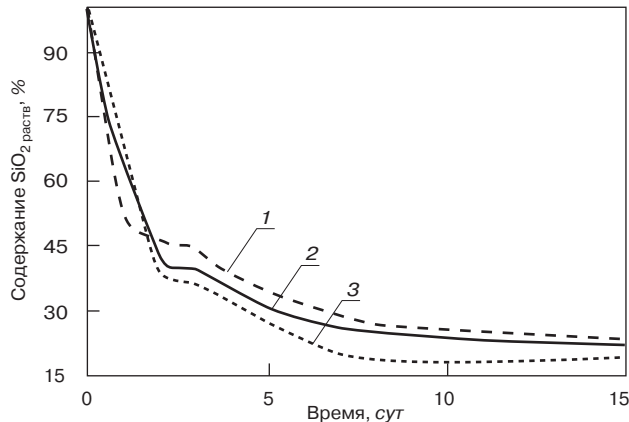


Рис. 3. Кинетика твердения вяжущей системы (содержание  $\text{Na}_2\text{SiF}_6 = 13$  мас.%;  $t = 20^\circ\text{C}$ ) при различном силикатном модуле жидкого стекла: 1 –  $m = 2,2$ ,  $C_{\text{SiO}_2} = 0,033$  кг/м<sup>3</sup>; 2 –  $m = 2,7$ ,  $C_{\text{SiO}_2} = 0,038$  кг/м<sup>3</sup>; 3 –  $m = 3,1$ ,  $C_{\text{SiO}_2} = 0,04$  кг/м<sup>3</sup>

В течение первых 15 сут 77–81% от общего содержания  $\text{SiO}_2$  переходит в нерастворимую форму. Дальнейшая выдержка образцов в течение года при  $t = 20 \pm 5^\circ\text{C}$  и относительной влажности 50% практически не влияет на соотношение растворимых и нерастворимых форм  $\text{SiO}_2$ . Для образцов, содержащих натриевое жидкое стекло с  $m = 2,2$ ; 2,7 и 3,1, после выдержки в течение года количество нерастворимого  $\text{SiO}_2$  составило 75%, 77% и 79% соответственно. Растворимый  $\text{SiO}_2$  может быть представлен легко выщелачивающимися низкомолекулярными силикатами натрия, содержаться в зернах негидролизованного  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ , а также представлять собой слабозаполимеризованную кремнекислоту. Степень превращения процесса перехода растворимых форм в

нерастворимые характеризует водостойкость связки, которая является проблемным местом ЖСК. Полученные результаты свидетельствуют о том, что модуль жидкого стекла оказывает незначительное влияние на конечную степень превращения  $\text{SiO}_2$ , хотя и существенно влияет на прочность. Таким образом, эта характеристика в исследованном диапазоне определяет не столько количество образующейся связки, сколько ее структуру.

Качественный состав фаз продуктов твердения вяжущей системы натриевое жидкое стекло –  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  изучали с помощью рентгенофазового и дифференциально-термического анализов. Образцы твердели в течение 6 мес при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  и  $W = 50\%$ .

Все изученные составы содержат помимо ксерогеля кремневой кислоты (связующего) хорошо закристаллизованные кристаллы фторида натрия и не гидролизованного в процессе твердения  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ . Присутствие  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  подтверждается данными ДТА: двоякий эндотермический пик в области  $575\text{--}630^\circ\text{C}$  с незначительной потерей массы (менее 1%) свидетельствует о его ступенчатом разложении. Присутствие нерастворенных зерен отвердителя отрицательно сказывается на свойствах ЖСК, так как при попадании влаги в поровую структуру материала они способны гидролизироваться с образованием  $\text{NaF}$ , что ослабляет структуру затвердевшего камня.

Потери массы, регистрируемые на кривых TG (рис. 4) в интервале  $115\text{--}570^\circ\text{C}$ , соответствуют количеству структурной воды, представленной поверхностными гидроксильными группами кремнегеля, и количество такой влаги пропорционально его поверхности [1]. Снижение количества структурной воды при переходе от модуля 3,1 к модулю 2,2 (10 и 8 мас. % соответственно) свидетельствует о снижении удельной поверхности кремнегеля и уплотнении его структуры, что положительно ска-

**ПОДПИСКА  
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ**  
журнала «Строительные материалы»®  
Актуальная информация для всех  
работников строительного комплекса

<http://ejournal.rifsm.ru/>

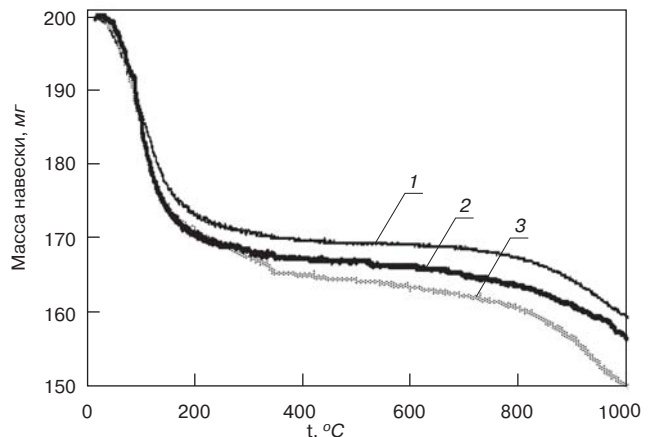


Рис. 4. Термограммы продуктов твердения системы натриевое жидкое стекло– $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  (13 мас. %) при силикатном модуле жидкого стекла: 1 –  $m = 2,2$ ; 2 –  $m = 2,7$ ; 3 –  $m = 3,1$

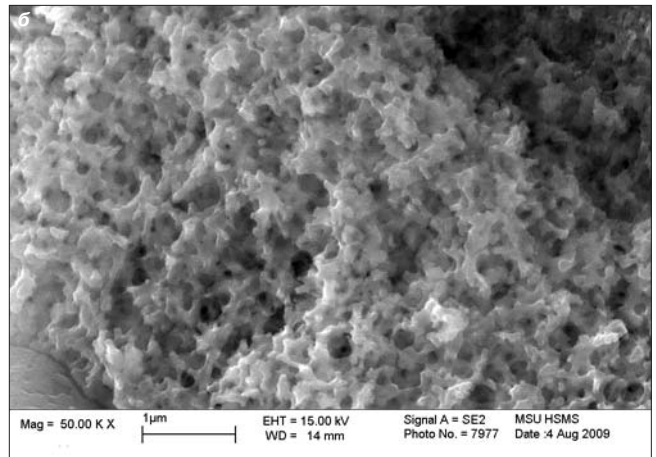
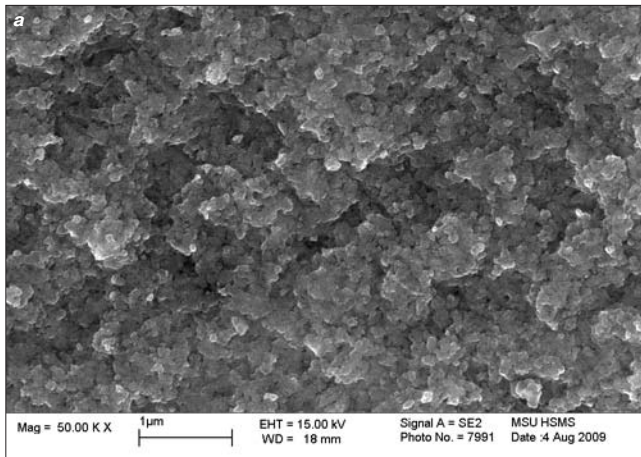


Рис. 5. Микрофотографии образцов вяжущей системы натриевое жидкое стекло– $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  (13 мас. %), твердевших в течение 6 мес при  $t = 20 \pm 5^\circ\text{C}$  и  $W = 50\%$ . Увеличение  $\times 50000$ : а –  $m = 2,2$ ; б –  $m = 3,1$

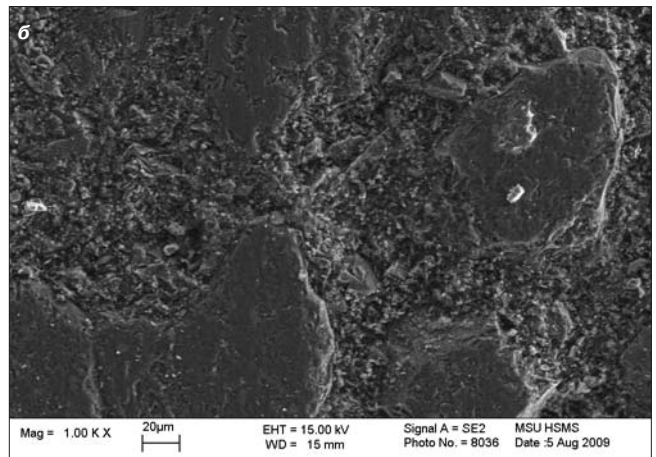
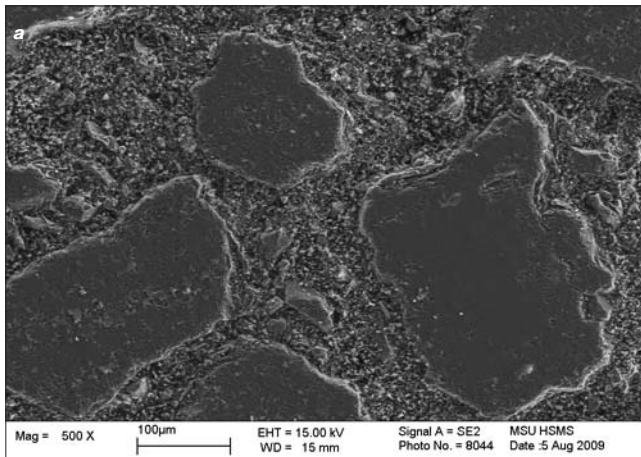


Рис. 6. Микрофотографии образцов наполненной системы (кварцевый песок – 70 мас. %; натриевое жидкое стекло – 20 мас. %;  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  – 10 мас. %), твердевших в течение 6 мес при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  и  $W = 50\%$ . Увеличение  $\times 5000$ : а –  $m = 2,2$ ; б –  $m = 3,1$

зывается на эксплуатационных характеристиках материала.

Отличие продуктов твердения вяжущих систем, полученных из стекол с различными модулями, состоит в количественном соотношении гелевидного кремнезема, кристаллических и стеклообразных фаз силикатов натрия. Данные РФА свидетельствуют о наличии силикатов двух типов:  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (присутствует в продуктах твердения вяжущих систем на натриевом жидком стекле с кремнеземистым модулем ниже 3) и  $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  (присутствует в продуктах твердения вяжущих систем на натриевом жидком стекле с модулем 3,1). Обусловлено это различием в анионной структуре исходных жидких стекол. Согласно [2] для стекол с модулем выше 2,5 характерно наличие разветвленных высокополимеризованных кремнекислородных анионов, которые не разрушаются в процессе химического отверждения жидкого стекла и могут входить в состав кристаллических новообразований.

Методом растровой электронной микроскопии была изучена микроструктура материала (рис. 5, б). Микроструктура образца, содержащего жидкое стекло с кремнеземистым модулем 3,1 (рис. 5, б), характеризуется более крупными микропорами и глобулами ксерогеля в сравнении с таковой для продуктов твердения жидкого стекла с модулем 2,2 (рис. 5, а). Согласно [2] для натриевых стекол с модулем выше 2,6 характерно качественное изменение анионной структуры в сторону образования трехмерных сеток с высокой степенью полимеризации. В условиях быстрой коагуляции размер первичных полимерных частиц (полианионов кремниевой кислоты) во многом опре-

деляет структуру геля. Стекла с модулем, близким к 3, содержащие большое количество высокополимерных частиц, коагулируют с образованием геля с неравномерной структурой, характеризующейся высокой микропористостью. Разрыхлению кремнегеля способствует также повышенная скорость гелеобразования, увеличивающаяся с ростом модуля. Плотность упаковки глобул геля кремниевой кислоты с увеличением модуля снижается, уменьшается количество коагуляционных контактов в единице объема, падает механическая прочность. Именно эти особенности натриевых стекол с модулем выше 2,6 являются причиной недостаточно высоких технологических свойств ЖСК, а промышленные стекла как раз имеют значения модуля 2,68–3.

Получение жидкостекольных композиций повышенной плотности и прочности не сводится лишь к оптимизации состава композиции. Важную роль в процессах структурирования системы играют условия термической обработки материала. Полученные зависимости соотношения растворимых и нерастворимых форм  $\text{SiO}_2$  от времени могут быть полезны при разработке и оптимизации температурно-временного режима твердения материала.

#### Список литературы

1. Айлер Р. К. Химия кремнезема. М.: Мир, 1982. 712 с.
2. Матвеев М. А., Рабухин А. И. Исследование физико-химических свойств жидких стекол в связи с их строением // Исследования в области термехимии: Труды МХТИ. 1962. Вып. 38. С. 32–43.

Н.В. ЛИЧМАН, канд. техн. наук (Lina777751@mail.ru),  
Норильский индустриальный институт

## Комплексное исследование золы ТЭЦ как наполнителя в серные композиционные материалы

Стройиндустрия – материалоемкая отрасль, невосполнимо истощающая природные ресурсы. В то же время нагрузка от накапливающихся техногенных отходов на окружающую среду становится такой, что природа не в состоянии справиться с восстановлением экологического равновесия.

Проблема промышленных отходов тесно связана не только с экологической безопасностью, но и с экономикой, так как использование отходов в виде вторичного сырья гораздо дешевле, чем хранение или уничтожение. Поэтому вопрос утилизации техногенных отходов является одним из важнейших.

Больше всего отходов образуют предприятия горнодобывающих, металлургических и теплоэнергетических отраслей. Такие предприятия входят в состав горно-металлургической компании РАО «Норильский Никель». В результате в географически обособленном регионе Крайнего Севера на 250 тыс. жителей приходится ежегодно 33,85 млн т техногенных отходов, т. е. на одного жителя по 135,4 т.

Применение техногенных отходов, в частности теплоэнергетических, как вторичного сырья в производстве строительных материалов позволяет уменьшить или устранить негативные последствия промышленной деятельности.

За годы реформ и структурной перестройки промышленности в России почти на треть снизилось использование золошлаковых отходов и в настоящее время не превышает 5% их выхода, который составляет примерно 0,5 млн т на 1 млн кВт мощности ТЭЦ в год [1].

В Норильском промрайоне ежегодно складировается около 4 тыс. т золы ТЭЦ. Содержание золошлаковых отходов, в которых скопились миллионы тонн золы ТЭЦ, требует значительных затрат. В то же время золы и шлаки ТЭЦ являются материалами, прошедшими высоко-

температурную обработку и имеющими специфические свойства, предопределяющие возможность их эффективного использования в производстве различных строительных материалов, что подтверждается многолетними научными исследованиями и практическим опытом.

Остро стоит вопрос утилизации технической серы – побочного продукта медно-никелевого производства. Структура и свойства технической серы ГМК «Норильский никель» соответствуют ГОСТ 127.1–93 «Сера техническая. Технические условия». Сера является термопластичным связующим с температурой плавления 112,8°C, низкой вязкостью, достаточной механической прочностью, низкой химической активностью, хорошей адгезией к минеральным заполнителям бетона, низкой себестоимостью и доступностью.

На основе технической серы и золы ТЭЦ можно изготавливать серное вяжущее и строительные композиционные материалы. Эффективным направлением в использовании золы ТЭЦ является производство искусственных заполнителей, обладающих наибольшей золоемкостью, способствующих экономии природных минеральных ресурсов и решению экологических проблем.

Имеются основательные теоретические проработки утилизации конкретных отходов применительно к выпуску определенных материалов, например шламов, зол и шлаков ТЭЦ. Однако на практике часто не используются исходные преимущества этих материалов – дисперсность, агрегатное состояние, наличие химически активных фаз и поверхностно-активных веществ.

С позиций экономики переработка техногенных материалов представляется целесообразной при следующих условиях:

- максимальное использование преимуществ исходного состояния – дисперсности и агрегатного состояния;
- выбор технологии с минимальной переработкой;
- возможность замены природного или привозного сырья техногенными отходами в производстве строительных материалов.

Всем этим условиям соответствует использование золы ТЭЦ как наполнителя при получении серного вяжущего и изделий на его основе.

Как известно, композиционные материалы представляют собой гетерогенные системы, получаемые из двух или более компонентов с сохранением индивидуальности каждого из них. Один из компонентов, обладающий непрерывностью по всему объему, является матрицей. Другой компонент, прерывный, разделенный в объеме композиции, является упрочняющим, или армирующим. В серных композиционных материалах матрицей является расплав серы – серное связующее, а упрочняющими компонентами – тонкодисперсные наполнители, крупные заполнители, армирующие материалы.

Наполнители в зависимости от их природы, количества и дисперсности могут существенно изменять твер-

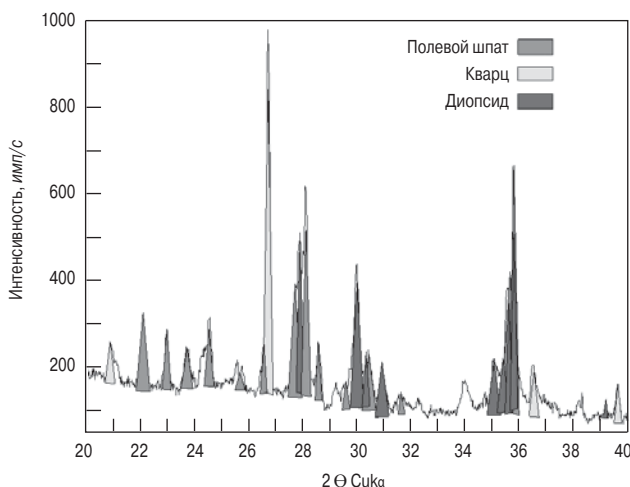


Рис. 1. Рентгенограмма золы Норильской ТЭЦ

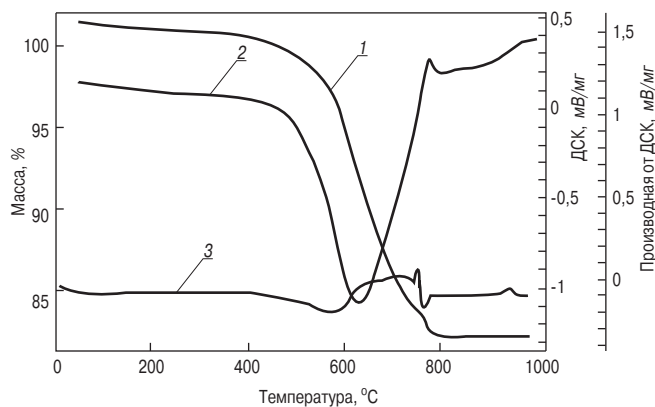


Рис. 2. Комплексный термический анализ золы ТЭЦ: 1 – потеря массы; 2 – дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК); 3 – производная от ДСК (навеска золы ТЭЦ 9,78 мг)

дость, упрочнять, уплотнять, стабилизировать структуру серного вяжущего. Поэтому наполнители являются важнейшими составляющими серных композитов. Введение их в расплав серы способствует изменению структуры и всех свойств серного вяжущего. В качестве наполнителей используются дисперсные материалы с удельной поверхностью не менее 200 м<sup>2</sup>/кг. Проблемы использования таких материалов связаны с необходимостью детального исследования. Исследования должны выявить их материаловедческие характеристики и расширить возможности направленного использования техногенных отходов.

Для исследования золы были использованы: оптическая световая микроскопия, гранулометрический, химический, рентгенофазовый (РФА), дифференциально-термический анализы. Исследования были проведены в научных и научно-производственных организациях Санкт-Петербурга. Гранулометрический анализ был выполнен на лазерном анализаторе, рентгеновские исследования – на автоматических дифрактометрах типа ДРОН в СПбГУ. Дифференциально-термический анализ проводился на термическом анализаторе в Институте химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН.

Форма и характер поверхности наполнителя оказывают влияние на прочность серного вяжущего. Исследование золы под микроскопом в поляризованном свете показало, что материал практически однороден и не содержит кристаллических образований.

Химический состав золы ТЭЦ стабилен по вертикали и горизонтали в пределах основного отвала. Помимо оксида кремния зола ТЭЦ содержит большое количество оксидов алюминия и щелочных оксидов. Химический состав золы ТЭЦ, мас. %: SiO<sub>2</sub> – 57,24; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 24,37; MgO – 1,81; CaO – 7,3; (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) – 8,35; SO<sub>3</sub> – 0,93; ППП – 11,86. Удельная поверхность золы 410 м<sup>2</sup>/кг.

Установлено, что модифицирование серы механическим способом не приводит к образованию химических связей между серой и наполнителями. Помимо формы и характера поверхности наполнителя значительное влияние на прочность серного вяжущего оказывает величина удельной поверхности наполнителя, что объясняется изменением адгезионных связей. Величины молекулярных сил на границе связующее–наполнитель определяются дисперсностью последнего. Это подтверждается электронно-микроскопическими ис-

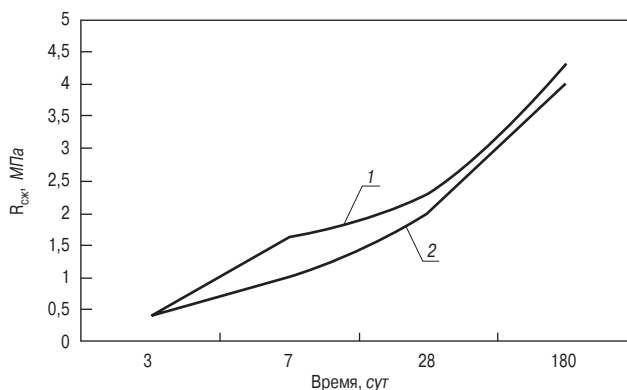


Рис. 3. Кинетика твердения закладочных смесей с ангидритом: 1 – на натуральном скальном щебне; 2 – предлагаемый состав с использованием серозольного искусственного щебня

следованиями. Истинная плотность золы ТЭЦ 1994 кг/м<sup>3</sup>. Анализ гранулометрического состава подтвердил неоднородность золы ТЭЦ. Распределение частиц в золе по размерам представлено в таблице.

На рис. 1 показано, что основными минеральными компонентами золы являются полевой шпат, кварц и диопсид.

Главной отличительной особенностью технологии производства серных композиционных материалов является приготовление и формование смеси при температуре 140±5°C. Наполнители и заполнители должны быть нагреты до температуры не ниже 150°C. Результаты комплексного термического анализа золы показали, что практически до 400°C потери массы золь не происходит (рис. 2), что говорит о ее термоустойчивости и пригодности в качестве наполнителя для производства бетонов по горячей технологии [2].

В серозольном вяжущем зола с серой образуют однородную смесь, что подтверждают электронно-микроскопические исследования. Частицы золы, являясь центрами кристаллизации, способствуют образованию мелкокристаллической структуры. Состав серозольного вяжущего, мас. %: сера – 65,48; зола ТЭЦ – 34; модификатор (кристаллический йод) – 0,013. Уменьшение размеров кристаллов серы обуславливает не только увеличение прочности затвердевшего серного вяжущего с 18 МПа для чистой серы до 26 МПа для серозольного вяжущего, но и образование более плотной структуры (средняя плотность 1800 кг/м<sup>3</sup>; водопоглощение 0,8 мас. %), снижение термоусадки и коэффициента температурного расширения серного вяжущего.

На основе серозольного вяжущего можно изготавливать серные бетоны конструкционные, дорожные и гидротехнические, а также искусственный щебень.

Серозольный щебень получают дроблением затвердевшего вяжущего с последующим рассевом на фракции [1]. Такой щебень обладает незаменимыми в строительстве свойствами: повышенной плотностью, прочностью, водонепроницаемостью и повышенной морозостойкостью, что особенно важно для районов Крайнего Севера и Сибири.

Исследована возможность использования искусственного щебня вместо природного скального щебня в закладочных смесях. На каждом руднике действует правило: сколько кубов руды добыли, столько необходимо закачать закладочной смеси. В себестоимости добычи

Диаметр частиц, мкм	2	3	5	10	15	30	50	80	150	300
Содержание фракций золы, мас. %	5,6	8,6	14,7	28,6	39,3	60,9	80,2	92,9	99,1	100

руды закладка занимает почти 25%. По приблизительным расчетам, за всю историю горнодобывающих рудников Норильского региона в пустоты заложено 25,3 млн т закладочных смесей на 542 км горных выработок. В настоящее время объем скального щебня, используемого в низкомарочных закладочных смесях, составляет около 1 млн т в год.

С целью исключения в закладочных смесях невозобновляемых природных ресурсов (песка и щебня), максимальной степени утилизации техногенного отхода (золы ТЭЦ) и технической серы, снижения стоимости закладочных работ Норильским индустриальным институтом совместно с Центральной строительной лабораторией ООО «Заполярная строительная компания» была проведена научно-исследовательская работа по подбору новых составов без потери качества твердеющих закладочных смесей.

В результате лабораторных испытаний предложены альтернативные варианты составов, где природный заполнитель может быть заменен искусственным серозольным щебнем без ухудшения реологических и прочностных характеристик смеси [2].

На рис. 3 показана зависимость нарастания прочности закладочных смесей от состава и сроков твердения [3]. Соотношение сера:зола по результатам лабораторных экспериментов составило 1,9:1. На производство 1 млн т серощебня необходимо 650 тыс. т элементной серы в год и 350 тыс. т золы ТЭЦ в год. Расчетный объем золы в золоотвале ТЭЦ составляет около 11 млн т. Производство серощебня позволит максимально утилизировать не только золу ТЭЦ, но и техническую серу.

Серозольное вяжущее можно использовать также и в дорожном строительстве. В географически обособленном Норильском регионе битум является привозным и

поэтому дорогостоящим вяжущим. Сибирские морозы и резкие перепады температур в осенне-весенний период ухудшают его свойства и укорачивают срок службы дорожного полотна. В 2003 г. состоялись промышленные испытания: было приготовлено 48 т дорожного бетона, где вместо битумного использовалось серозольное вяжущее. Экспериментальный участок дороги выдержал три суровые заполярные зимы и резкие перепады температур межсезонья без признаков разрушения.

Таким образом, использование серозольного вяжущего и искусственного щебня на его основе позволит максимально утилизировать техническую серу и золу ТЭЦ. Также снизит затраты на складирование отходов, значительно улучшит экологическую ситуацию в регионе, сократит расход дорогостоящих природных и привозных ресурсов. Реализация накопленных научных разработок и практического опыта может быть полезна для многих промышленных регионов страны.

**Ключевые слова:** зола ТЭЦ, утилизация, закладочная смесь.

**Список литературы**

1. Чистов Ю.Д., Чумаков Л.Д. Технологические и эколого-экономические аспекты утилизации отходов ТЭС // Строит. материалы. 2005. № 3. С. 66–67.
2. Пат. 2302531 РФ. Состав закладочной смеси / Л.В. Кухаренко, Н.В. Личман, Н.Н. Плеханова, Я.В. Личман. Заявл. 30.06.2005. Оpubл. 10.07.2007. Бюл. № 19.
3. Кухаренко Л.В., Личман Н.В., Ершов С.Ф., Илюхин И.В., Плеханова Н.Н. Закладочные бетоны с использованием техногенного сырья // Строит. материалы. 2004. № 12. С. 34–35.

**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ЦЕНТР ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»  
(ОАО ЦПП)**

**ОСУЩЕСТВЛЯЕТ**

ведение Федерального фонда нормативной, методической, типовой проектной документации и других изданий для строительства, архитектуры и эксплуатации зданий и сооружений.

**ИЗДАЕТ И РАСПРОСТРАНЯЕТ**

<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> федеральные нормативные документы (СНиП, ГСН, ГЭСН, ФЕР, ГОСТ, ГОСТ Р, СП, СН, РДС, НПБ, СанПиН, ГН) — официальные издания</li> <li><input type="checkbox"/> методические документы и другие издания по строительству (рекомендации, инструкции, указания)</li> <li><input type="checkbox"/> типовую проектную документацию (ТПД) жилых и общественных зданий, предприятий, зданий и сооружений промышленности, сельского хозяйства, электроэнергетики, транспорта, связи, складского хозяйства и санитарной техники</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> справочно-информационные издания о нормативной, методической и типовой проектной документации (Информационный бюллетень, Перечни НМД и ТПД и др.)</li> <li><input type="checkbox"/> Общероссийский строительный каталог (тематические каталоги, перечни, указатели)</li> <li><input type="checkbox"/> проекты коттеджей, садовых домов, бань, хозяйственных построек, теплиц</li> </ul>
---	---

**ОАО ЦПП** осуществляет сертификацию проектной документации на строительные конструкции и объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Центр аккредитован в качестве Органа по сертификации в Системе ГОСТ Р (ОС «ГУП ЦПП» — аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11СР48).

**ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК**

ОТДЕЛ ЗАКАЗОВ И РЕАЛИЗАЦИИ	(495)482-4294	ОТДЕЛ ФОНДА ДОКУМЕНТАЦИИ	(495)482-4112
ПРОЕКТНЫЙ КАБИНЕТ	(495)482-4297	ОТДЕЛ СЕРТИФИКАЦИИ	(495)482-0778
ФАКС: (495)482-4265			

**Наш адрес:** 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2

# КНАУФ: проектируя будущее!

19 ноября 2009 г. во всепогодном горнолыжном комплексе «Снеж.Ком» (г. Красногорск) прошла неформальная встреча проектировщиков и архитекторов. Организатором и спонсором мероприятия выступила компания КНАУФ. В рамках встречи специалисты компании КНАУФ представили новый продукт – негорючие гипсовые плиты КНАУФ-Файерборд.



Генеральный управляющий группы КНАУФ СНГ д-р Герд Ленга

С приветственным словом к гостям обратился генеральный управляющий группы КНАУФ СНГ д-р Герд Ленга.

Он подчеркнул, что компания КНАУФ высоко оценивает роль инженера-проектировщика в строительстве и формировании будущего архитектурного облика городов. Чтобы упростить и облегчить их ежедневный труд, специалисты КНАУФ создали множество информационных и технических документов, регламентирующих применение материалов, технологий и комплектных систем КНАУФ.

Кроме того, в настоящее время ведется работа над программой «Электронный навигатор», которая даст проектировщикам и архитекторам хорошую возможность оперативно формировать тендерную документацию для участия в конкурсах. Исходя из строительной задачи навигатор поможет выбрать конкретную комплектную систему КНАУФ, затем по заданным параметрам помещения рассчитает необходимый расход материалов.

Преимущества и возможности применения материалов и комплектных систем КНАУФ представил в своем докладе заместитель генерального директора по техническому развитию «КНАУФ Маркетинг Красногорск» А.И. Палиев. Также он рассказал гостям еще об одном немаловажном направлении деятельности компании КНАУФ – образовательной основе в восьми учебных центрах КНАУФ и трех учебно-консультационных центрах

КНАУФ при отраслевых вузах действуют специальные программы для архитекторов, которые систематизируют понятия и формируют навыки работы с материалами и комплектными системами КНАУФ.

Поприветствовал и поздравил участников мероприятия президент Союза проектировщиков России В.А. Новоселов. Он поблагодарил компанию за организацию встречи, высоко отметил то внимание, которое уделяет КНАУФ работе с проектировщиками и сказал много приятных слов коллегам по случаю профессионального праздника.



Слева направо: Т.Н. Скворцов, Б.В. Соловьев, Л.М. Лось, д-р Герд Ленга, В.А. Новоселов, А.И. Палиев

Руководитель отдела прикладной техники Центрального управления группы КНАУФ СНГ Т.Н. Скворцов познакомил гостей с новым продуктом КНАУФ – каркасно-обшивными конструкциями с гипсовыми негорючими плитами КНАУФ-Файерборд.

Негорючие плиты КНАУФ-Файерборд были специально разработаны фирмой КНАУФ для обеспечения повышенных требований в области пожарной безопасности зданий и сооружений.

Сотрудники мастерской Михаила Хазанова (ЗАО «Курортпроект») Б.В. Соловьев и П.Ю. Никишин рассказали о том, какие задачи стояли перед проектировщиками во время работы над крытым горно-лыжным центром. Доклад специалистов мастерской «Курортпроект» вызвал у коллег интерес и конкретные вопросы. Проектировщиков интересовало, как устроен горно-лыжный склон, что применялось для предотвращения возникновения мостиков холода, как выполнялись требования пожарной безопас-

ности при создании пожарных выходов через каждые 30 метров, что было предусмотрено в комплексе для маломобильных посетителей. При отделке внутренних помещений комплекса в VIP-клубе, аквазоне, офисной, торговой, игровой и других зонах применялись материалы сухого строительства, в том числе производства компании КНАУФ.

После презентации состоялась экскурсия по комплексу «Снеж.Ком». Его общая площадь составляет 24000 м<sup>2</sup>. Длина снежного настила составит около 450 м, толщина – до 1,5 м. Ширина зоны катания на искусственной снежной горе более 60 м. На склоне смогут кататься одновременно до 600 лыжников и сноубордистов.

После экскурсии по горно-лыжному комплексу компания КНАУФ пригласила ее участников прокатиться по этому склону на лыжах, сделать паузу на глнтвейн, а после отдохнуть и расслабиться в турецком хамаме. Закончился праздничный день пивным праздником в честь дня проектировщика.

Таким образом, неформальная встреча профессионалов, организованная компанией КНАУФ, стала не только возможностью укрепления сотрудничества специалистов-проектировщиков и КНАУФ, но и инструментом повышения статуса и значи-



П.Ю. Никишин и Б.В. Соловьев

мости профессии проектировщика. Благодаря инициативе компании КНАУФ профессионалы отрасли смогли не только пообщаться, поделиться со своими коллегами опытом, знаниями и достижениями, но и просто отдохнуть.



Участники неформальной встречи профессионалов

# CERAMICS CHINA 2010

Official Publication

as-an  
ceramics

The Largest and Major Ceramics Industry Exhibition in Asia with Over 70,000m<sup>2</sup> Exhibiting Space

**2010.5.18-21**

China Import and Export Fair Complex  
(No. 380, Yuejiang Zhong Road, Guangzhou, China)

Contact



新之联展览  
UNIFAIR EXHIBITION

TEL: (86 20) 8327 6389 8327 6369

E-mail: [overseas@ceramicschina.com.cn](mailto:overseas@ceramicschina.com.cn)

<http://www.ceramicschina.com.cn>

**THE 24<sup>TH</sup> CHINA INTERNATIONAL  
CERAMICS INDUSTRY EXHIBITION**

Департамент строительства Краснодарского края  
Российское научно-техническое общество строителей  
Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы»®



# КЕРАМТЭКС

1–2 июня 2010 г. г. Краснодар

## Развитие керамической промышленности России

### Тематические разделы конференции:

Совершенствование производства керамических  
строительных материалов

Отраслевая наука керамическому производству

Рынок технологического оборудования для производства  
керамических строительных материалов

Финансовые механизмы развития предприятий отрасли

Применение керамических материалов  
в современном строительстве

Участники конференции посетят ОАО «Славянский кирпич»

Традиционно к проведению конференции будет выпущен тематический номер журнала  
«Строительные материалы»® №4–2010 г., в котором будут опубликованы пленарные доклады

### Спонсоры конференции:



Кирпичное объединение «Победа ЛСР»



ОАО «Славянский кирпич»



журнал «Строительные материалы»®

### Организатор конференции

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

Россия, 127434, Москва, Дмитровское шоссе, д. 9, стр. 3  
Тел./факс: +7 (495) 976-22-08, 976-20-36, тел. +7 (910) 437-03-98

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

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

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



УДК 666.9.015.7

С.А. НЕКРАСОВА, инженер (snek-mgn@mail.ru), Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, ГОУ ВПО

## Термодинамический анализ процесса старения гипсового вяжущего

В настоящее время производство строительных материалов и изделий, отвечающих современным требованиям по экологичности, основным физико-механическим характеристикам, доступности и стоимости, — важная задача строительства и промышленности. В связи с внедрением новых прогрессивных технологий, обеспечивающих сокращение топливно-энергетических и материальных ресурсов, преимущества гипсовых вяжущих становятся более значимыми и сфера их применения расширяется.

На кафедре строительных материалов и изделий Магнитогорского ГТУ проводятся исследования искус-

ственного старения гипсовых вяжущих для улучшения (стабилизации) их свойств. Сущность процесса старения заключается в частичной гидратации при предварительном выдерживании вяжущих в условиях различной относительной влажности воздуха.

В работе приведены результаты исследования влияния искусственного старения на твердение гипсового вяжущего  $\beta$ -формы, физико-технические свойства которого представлены в табл.

Исследование твердения гипсового вяжущего проведено на тесте нормальной густоты при температуре 20°C (293°K).

Старение гипсового вяжущего осуществляли хранением его в течение 14 сут при относительной влажности воздуха 60%, 80% и 100% ( $f = 0,6; 0,8; 1$ ).

Все необходимые экспериментальные данные для термодинамического анализа процесса твердения можно получить исходя из потенциалометрического исследования [1].

На рис. 1 приведены кривые изменения потенциала оводнения  $\theta$  при старении гипсового вяжущего в течение 14 сут, из которых следует, что независимо от времени и условий старения вяжущего потенциалограммы  $\theta = \theta(\tau)$  имеют идентичный характер.

Потенциал оводнения по своему физическому смыслу представляет собой энергию связи влаги с материалом. По полученным потенциалограммам можно сделать вывод об изменении макросостояния твердой и жидкой фаз при твердении системы.

Снижение потенциала оводнения вызвано переходом твердой фазы в непрерывное состояние. К моменту времени  $\tau = 5$  мин потенциал оводнения имеет наибольшие значения, что указывает на завершение образования в вяжущей системе коагуляционной структуры. При этом происходит разрыв жидкой фазы, т. е. в системе появляются поры и капилляры. По мере развития процесса твердения они образуются все интенсивнее, происходит формирование капиллярно-пористого коллоидного тела.

К моменту времени  $\tau \approx 70$  мин значения потенциала оводнения стабилизируются, что свидетельствует о замедлении процесса структурообразования при твердении гипсового вяжущего [2]. Это следует учитывать при производстве изделий и конструкций из гипсовых вяжущих, так как при высоких конечных значениях  $\theta$  необходимы дополнительные энергозатраты на сушку.

Данные рис. 1 показывают, что минимальное значение потенциала оводнения наблюдается у гипсового вя-

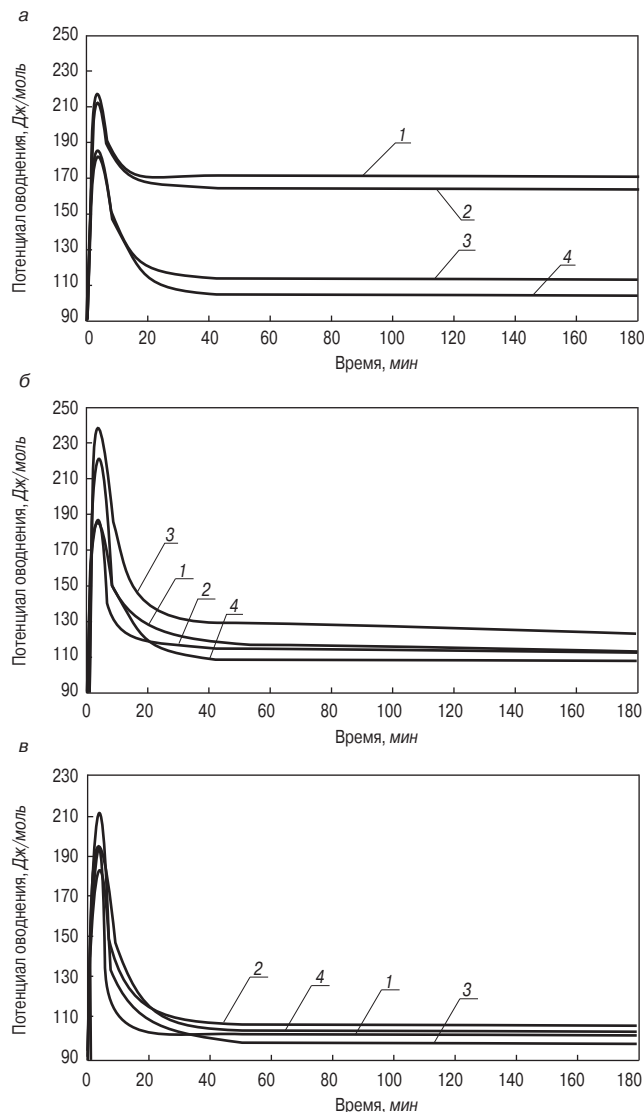


Рис. 1. Изменение потенциала оводнения  $\tau$  при старении гипсового вяжущего в течение 14 сут: а – 3 сут; б – 7 сут; в – 14 сут; 1 –  $f = 0,6$ ; 2 –  $f = 0,8$ ; 3 –  $f = 1$ ; 4 – без старения

Свойства	Значения
Нормальная густота, %	56
Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	7308
Предел прочности при сжатии через 2 ч, МПа	3,5
Предел прочности при изгибе через 2 ч, МПа	2,23
Сроки схватывания, мин:	
– начало	5,5
– конец	9

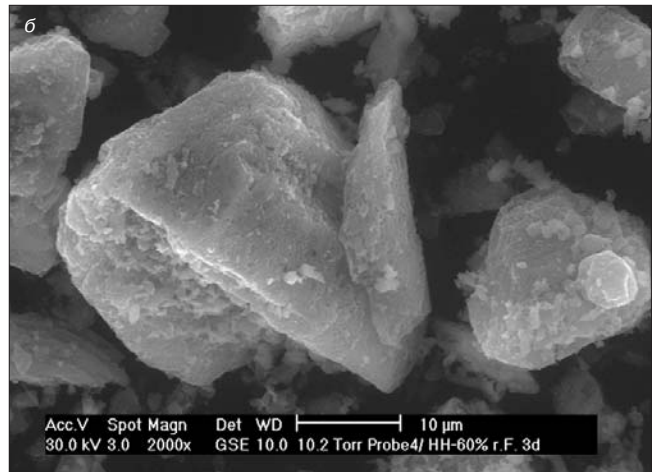
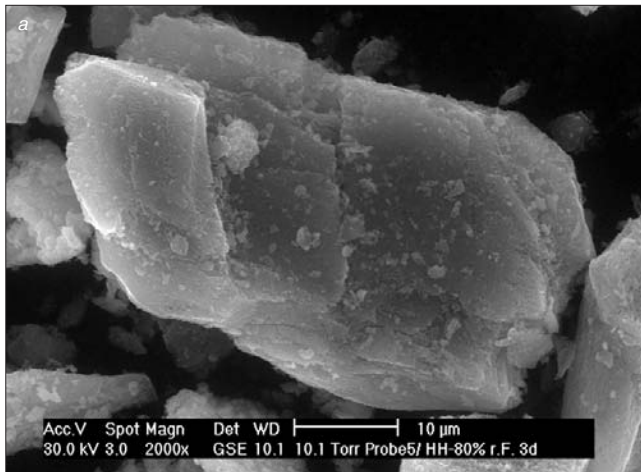


Рис. 2. Микроструктура гипсового камня после старения: а – после 3 сут старения при  $f = 0,8$ ; б – после 3 сут старения при  $f = 0,6$

жущего до старения, это свидетельствует о максимальной энергии связи влаги с материалом в рассматриваемых системах. Но после 7 сут старения при любой относительной влажности значения примерно одинаковые. Сильное взаимодействие влаги с материалом может быть обусловлено характером капиллярно-пористой структуры. Вероятно, в первые сутки старения при  $f = 0,6$  и  $0,8$  происходит активный рост кристаллов, что подтверждается результатами электронно-микроскопического исследования (рис. 2).

В вяжущей системе формируется капиллярно-пористая структура с контактно-конденсационным типом связи между частицами, основой которой является полное высвобождение влаги частицами твердой фазы.

Процесс структурообразования характеризуется термодинамической координатой – степенью завершенности структурообразования  $\eta$ . Эта величина связана с влажностной характеристикой системы – количеством структурно связанной воды [2].

Из представленных данных рис. 3 следует, что степень завершенности структурообразования  $\eta$  возрастет, причем независимо от значения относительной влажности воздуха.

Наибольшая степень завершенности структурообразования при  $f = 0,8$  уже после 3 сут старения. Это также подтверждается результатами по прочности, которая увеличилась на 12,5%.

Степень завершенности гидратообразования также увеличивается (рис. 4). Причем при  $f = 0,8$  степень завершенности гидратообразования имеет также наибольшие значения.

Одним из центральных вопросов при изучении твердения гипсового вяжущего является вопрос о термодинамической устойчивости как отдельных структурных состояний, так и вяжущей системы в целом.

Под устойчивостью подразумевается способность вяжущей системы сохранять свои признаки и свойства под воздействием как внутренних, так и внешних факторов. Нарушение устойчивости любого состояния связано с отклонением последнего от равновесия, степень которого характеризуется величиной производства энтропии.

В вяжущих системах устойчивость возникающих структурных состояний определяется величиной и знаком избыточного производства энтропии  $\delta_\chi P$ . При этом величина избыточного производства энтропии зависит от процессов гидрато- и структурообразования, а его знак – от соотношения скоростей и движущих сил этих процессов.

При твердении гипсового вяжущего процессы гидрато- и структурообразования протекают синхронно, поэтому неустойчивость данной системы может быть обусловлена совокупным развитием указанных процессов.

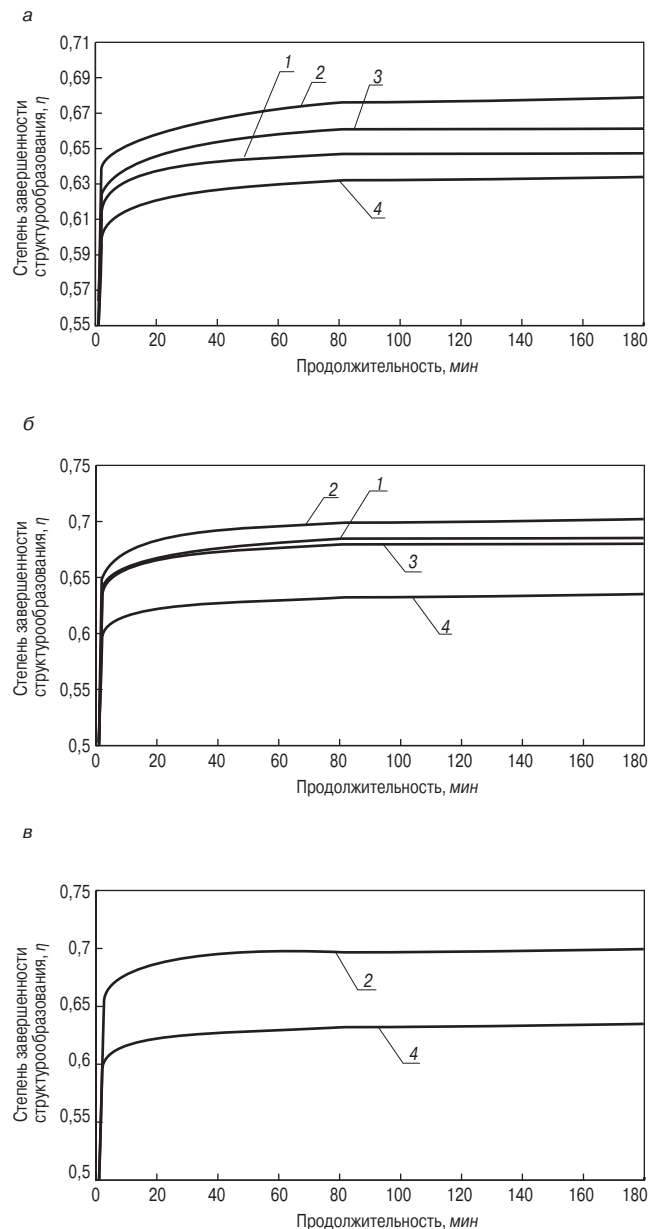


Рис. 3. Изменение степени завершенности структурообразования  $\eta$  при старении гипсового вяжущего в течение 14 сут: а – 3 сут; б – 7 сут; в – 14 сут; 1 –  $f = 0,6$ ; 2 –  $f = 0,8$ ; 3 –  $f = 1$ ; 4 – без старения

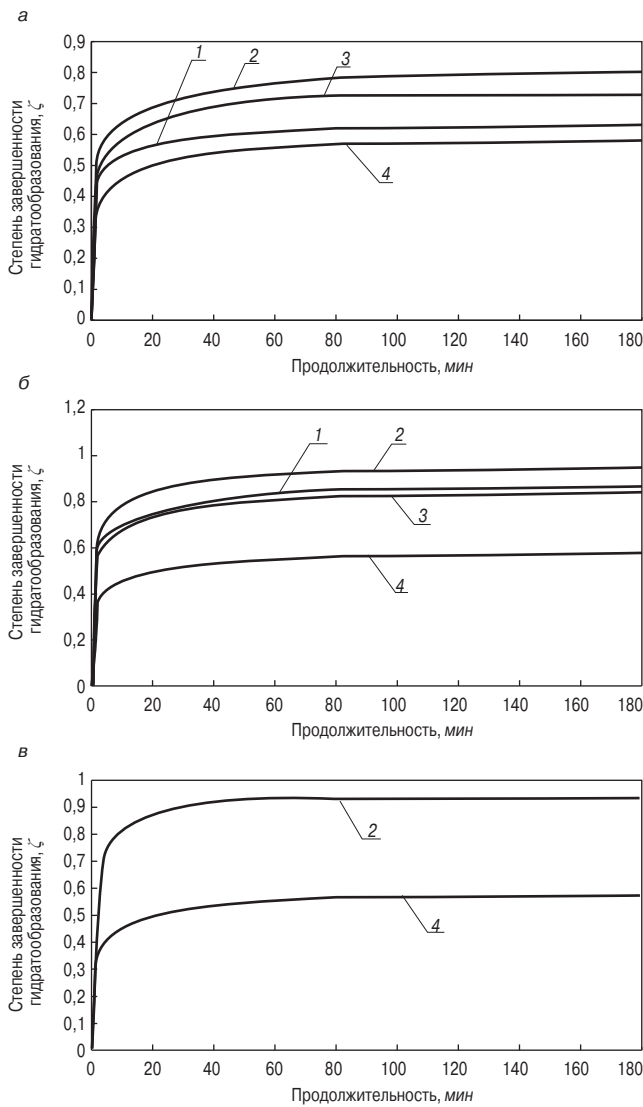


Рис. 4. Изменение степени завершенности гидратообразования  $\zeta$  при старении гипсового вяжущего в течение 14 сут: а – 3 сут; б – 7 сут; в – 14 сут; 1 –  $f = 0,6$ ; 2 –  $f = 0,8$ ; 3 –  $f = 1$ ; 4 – без старения

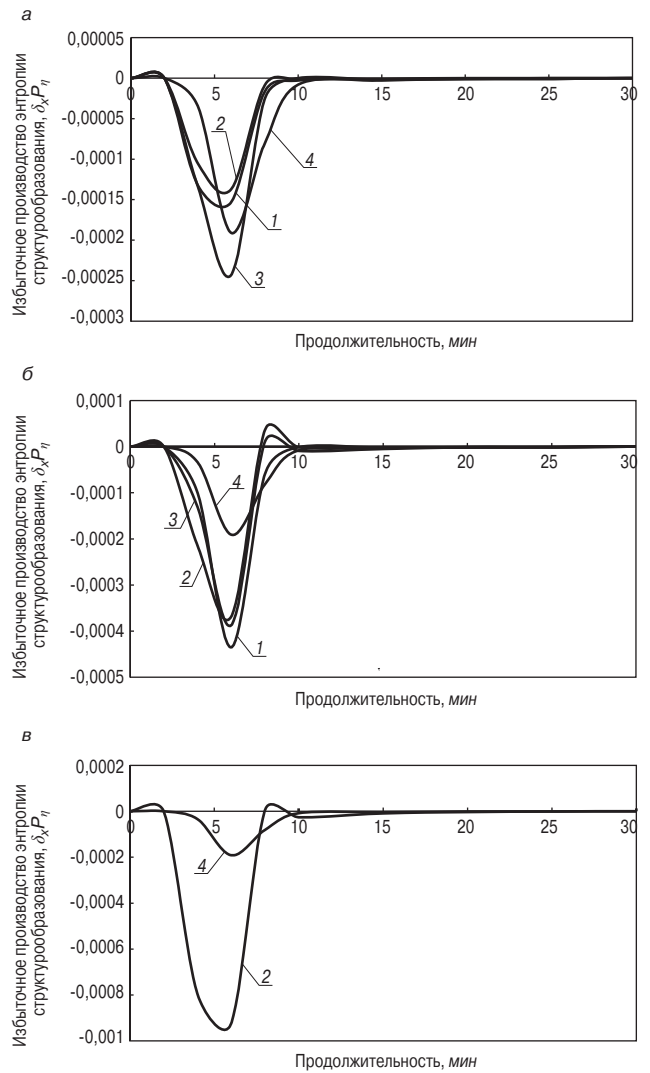


Рис. 5. Изменение избыточного производства энтропии  $\delta_x P_n$  при старении гипсового вяжущего в течение 14 сут: а – 3 сут; б – 7 сут; в – 14 сут; 1 –  $f = 0,6$ ; 2 –  $f = 0,8$ ; 3 –  $f = 1$ ; 4 – без старения

Критерием устойчивости отдельных структурных состояний является знак избыточного производства энтропии, обусловленного процессом структурообразования  $\delta_x P_n$  [2].

На рис. 5 приведено изменение этой величины при твердении гипсового вяжущего в течение 14 сут. Участок на приведенных кривых, соответствующий отрицательным значениям  $\delta_x P_n$ , указывает на термодинамическую неустойчивость структурного состояния вяжущей системы, существующего в данный период твердения. Из представленных данных следует, что превращение первичной коагуляционной структуры, где контактированные частицы осуществляется через прослойки жидкой фазы, в псевдоконденсационную структуру с точечными контактами происходит через формирование термодинамически неустойчивой коагуляционной структуры.

В течение периода, когда жидкая фаза в вяжущей системе является непрерывной, ее структурное состояние является термодинамически устойчивым ( $\delta_x P_n > 0$ ). Увеличение неустойчивости системы происходит при любой относительной влажности с увеличением времени старения. Причем при  $f = 0,6$  и 1 промежуточное структурное состояние обладает максимальной неустойчивостью. При  $f = 0,8$  уже после 3 сут старения имеет место более существенное изменение первич-

ной структуры. Столь глубокая перестройка структурного состояния вяжущей системы закономерно приводит к формированию наиболее совершенной структуры гипсового камня, что подтверждают показания по прочности.

Полученные ранее результаты и новые исследования подтверждают, что для улучшения свойств гипсовых вяжущих целесообразно проводить искусственное старение. И наиболее выгодная модель старения представляет старение в течение 3 сут при относительной влажности воздуха 80% ( $f = 0,8$ ). Такой передел, как старение, рекомендуется использовать при практическом применении гипсовых вяжущих.

**Ключевые слова:** гипс, вяжущее, процесс старения.

**Список литературы**

1. Цимерманис Л.Б. Основные элементы термодинамического анализа твердения вяжущих систем // Конструкции и материалы в строительстве. Вопросы строительства. Рига, 1982. Вып. 9. С. 3–23.
2. Гаркави М.С. Термодинамический анализ структурных превращений в вяжущих системах. Магнитогорск: МГТУ, 2005. 243 с.

УДК 666.965.2

В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук, Р.Г. ДОЛОТОВА, канд. техн. наук, Томский политехнический университет; Б.К. КАРА-САЛ, д-р техн. наук, Тывинский государственный университет (Кызыл, Республика Тыва)

## Искусственный строительный камень древней крепости Пор-Бажин на озере Тере-Холь в Республике Тыва

В Республике Тыва почти на самой границе с Монголией в горах на высоте 1300 м над уровнем моря расположено озеро Тере-Холь. Горный водоем, каких в России можно насчитать тысячи, уникален тем, что посреди него на острове сохранились развалины древней крепости Пор-Бажин (по-тывински – глиняный дом) (рис. 1). Длина острова, на котором находится городище, около 240 м. Городище протянулось с запада на восток на 211 м, его ширина 158 м.

Крепость на озере Тере-Холь была построена в середине VIII в. С внешней стороны крепость представляет собой идеально ровный прямоугольник, внутри которого довольно сложный лабиринт из зданий.

Руины Пор-Бажина стали известны русским географам еще с конца XVII в. Первое упоминание о нем имеется в «Чертежной книге Сибири», составленной

С.У. Ремезовым в 1701 г. (издана в Санкт-Петербурге в 1882 г.). В дальнейшем, в 1891 г. городище было обследовано русским этнологом и археологом, первым исследователем древних городов Тывы сотрудником Минусинского музея Д.А. Клеменцом, который снял его план и впервые обратил внимание на его сходство с руинами города Карабалгасуна на реке Орхон в Монголии. Исследователь обнаружил в городище 27 жилищ, расположенных в основном вдоль стен. В центре стояли два больших здания со стенами длиной около 23 м. С восточной стороны здания откопаны две широкие парадные лестницы из искусственного камня, неизбежно кирпичика и блоков. Крышу здания поддерживали 36 массивных колонн, установленных на гранитные плиты. Более подробное изучение городища было предпринято спустя более 60 лет советским археологом С.И. Вайнштейном, который впервые сделал описание крепости. Он датировал памятник временем Уйгурского каганата (середина VIII – середина IX в.) и предположил, что это именно та крепость, которую согласно так называемой Селенгинской надписи построил на территории нынешней Тывы второй правитель каганата каган Баян Чор в 750 г. н. э. [1].

Начавшиеся археологические раскопки в 2007 г. позволили приблизиться к пониманию того, что было на этом месте много веков назад. Первые результаты раскопок, архитектурные обследования остатков выявлен-



Рис. 1. Крепость Пор-Бажин на озере Тере-Холь Республики Тыва



Рис. 2. Фрагмент кирпича крепости Пор-Бажин

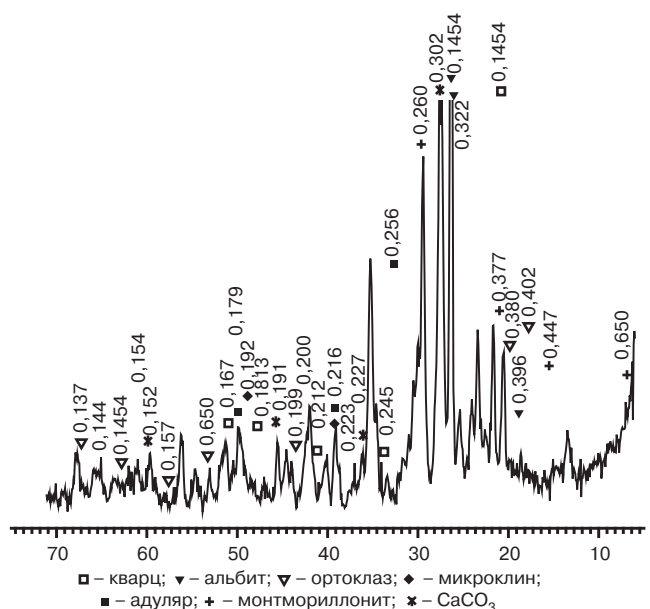


Рис. 3. Рентгенограмма необожженного кирпича крепости Пор-Бажин

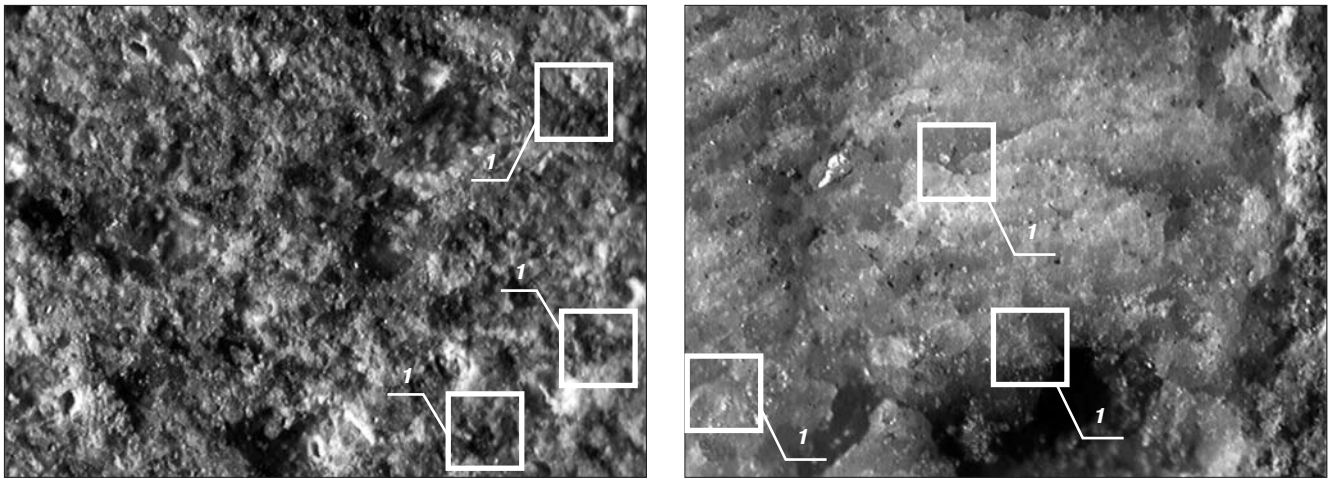


Рис. 4. Макрофотографии среза необожженного кирпича крепости Пор-Бажин; область 1 соответствует карбонату кальция

ных сооружений, подбор исторических и архитектурных аналогий позволяют предполагать, что Пор-Бажин был дворцовым комплексом, предназначенным для сезонного, скорее всего летнего, проживания. Здания и крепостные стены были построены из глины, уложенной слоями толщиной 12–14 см. В глину вставлялась деревянная арматура. В основании большинства расчищенных стен зафиксированы деревянные бревна. Эти бревна могли играть роль архитектурной разметки на участке строительства комплекса, а также быть основанием опалубки, с помощью которой наращивали глиняные стены. Весь комплекс был возведен по единому четкому плану, имевшему хорошо выраженные функционально-планировочные зоны. Внешние стены здания, сделанные из необожженного кирпича, имели толщину более 1 м и были покрыты орнаментальными фресками красного и оранжевого цветов. В процессе раскопок были зафиксированы следы пожара.

В 2007 г. начат широкомасштабный проект планомерных исследований памятника, стимулированный угрозой его возможной скорой утраты в результате разрушения острова: берега местами вплотную подступили к крепостным стенам. Проект предусматривал, с одной стороны, планомерные исследования памятника, с другой – поиск путей его сохранения. В идеале ученые хотели бы реконструировать крепость VIII в., вернув ей первоначальный облик.

С этой целью кафедрой промышленного и гражданского строительства Тывинского государственного университета совместно с кафедрой технологии силикатов и наноматериалов Томского политехнического университета проведены лабораторные исследования по изучению строительного материала крепости Пор-Бажин.

Объектом исследования был кирпич, взятый непосредственно с места проведения археологических работ. Раскопками открыты 10 рядов кирпича южной стены сооружения. Кирпич (рис. 2) выдержал испытание временем и прекрасно сохранился, имеет форму прямоугольного параллелепипеда с ровными гранями, острыми ребрами и прямыми углами, плотной структуры, серого цвета, безобжиговый, после обжига при температуре 850°C приобретает светло-коричневый цвет. Прочность необожженного кирпича в пределах 14–16 МПа (марка 150), плотность 1700–1900 кг/м<sup>3</sup>. По характеристикам соответствует высокомарочному силикатному кирпичу.

Для исследований состава и свойств древнего материала были произведены спилы кирпича. При изучении минералогического состава использовали метод рентгенофазового анализа. На рис. 3 приведена рентгенограмма данного строительного материала крепости Пор-Бажин.

При расшифровке рентгенограммы установлено наличие интенсивных дифракционных отражений  $d=0,334; 0,245; 0,181$  нм для кристаллической решетки  $\beta$ -кварца; отражений  $d=0,396; 0,322; 0,290$  нм, соответствующих натриевому полевому шпату – альбиту; отражений  $d=0,402; 0,38; 0,199$  нм, соответствующих калиевому полевому шпату – ортоклазу; ряд отражений перекрывается и отвечает микроклину, монтмориллониту. Кроме того, обнаружен карбонат кальция. Белые включения карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$  обнаруживаются визуально (рис. 4). После механического выделения включения реагируют с 10% раствором соляной кислоты с выделением углекислого газа.

Результатами исследования методом термогравиметрии установлены потери массы при 120°C (механическая вода) и постоянные потери массы при 860°C, что подтверждает наличие гидросиликатов кальция и карбоната кальция.

По результатам проведенных исследований можно отметить, что строительный материал получен из кварц-полевошпатовых песков, которые типичны для Республики Тыва [2], и обожженной извести. Наиболее вероятно с известью реагируют мелкие фракции песка (пыль или ил). Кирпич формовали набивкой в деревянные формы, вылеживали, затем выполняли кладку, которая не требовала связного кладочного раствора. Твердение продолжалось в кладке. При неоднородной структуре без автоклавной обработки за длительное время происходит карбонизация  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и обеспечивается прочность материала при длительной его эксплуатации.

Результаты исследования позволяют воспроизвести технологию искусственного материала для реставрации крепости.

Таким образом, данные исследования могут быть использованы для изготовления материала, аналогичного оригиналу при реставрационных работах; их применение обеспечит идентичность кладок в различных частях крепости.

**Ключевые слова:** кирпич, пески кварц-полевошпатовые, известь обожженная, рентгенофазовый анализ, термогравиметрия.

#### Список литературы

1. Вайнштейн С.И. Древний Пор-Бажин // Советская этнография. 1964. № 6. С. 103–114.
2. Долотова Р.Г., Смирнская В.Н., Верещагин В.И. Оценка активности низкокремнеземистого сырья и его пригодности в качестве заполнителя ячеистого бетона // Строит. материалы. 2008. № 1. С. 40–42.

КОЛЛЕГИ

**К 70-летию Усмана Хасановича Магдеева**



Усман Хасанович Магдеев, доктор технических наук, профессор, академик Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), трижды лауреат премии Правительства РФ, заслуженный строитель РФ, родился 10 января 1940 г. в Иркутской области на прииске «Артемовский» в семье шахтера. По окончании Иркутского техникума транспортного строительства работал на стройках г. Южно-Сахалинска. После переезда семьи в Ташкент Усман Хасанович с отличием закончил Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта.

Учась в аспирантуре Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта под руководством крупнейшего ученого в области механики грунтов профессора М.Н. Гольдштейна, Усман Хасанович разработал метод расчета откосов, который специалисты по механике грунтов называют методом Магдеева. В 1972 г. он защитил кандидатскую диссертацию.

Особенно плодотворным периодом для У.Х. Магдеева была работа в Главмоспромстройматериалах, когда его перевели в Москву в 1975 г. Он возглавил отдел в конструкторско-технологическом бюро «Мосоргстройматериалы» и новое научно-производственное направление – создание технологии и новых конструкций из бетонополимеров. Весьма удачными оказались слоистые изделия из полимера и бетона с промежуточным дискретным и сплошным слоем. Эти новые материалы, прочные и износостойчивые, назвали «гранитин» и «гранитекс», так как они по физико-механическим свойствам и внешнему виду были сходны с натуральным гранитом.

Разрабатывая теорию слоистых изделий и конструкций, Усман Хасанович определил их напряженно-деформированное состояние от температурных и механических воздействий, нашел рациональные соотношения толщин слоев и их деформативных характеристик, при которых они работают как структурно целостный материал. Данная теория легла в основу его докторской диссертации, успешно защищенной в 1987 г.

Более 20 лет Усман Хасанович Магдеев возглавляет Научно-исследовательский и проектно-технологический институт (НИПТИ) «Стройиндустрия». Его работы по мини-заводам для стройиндустрии и новым материалам стали пионерскими.

У.Х. Магдеев автор более 150 научных публикаций, в том числе 5 монографий и учебников, около 40 изобретений и патентов. Награжден Большой золотой медалью РААСН и многими медалями различных выставок.

Академик Усман Хасанович Магдеев всегда что-то строит для души и любит все прекрасное в жизни. Друзья и коллеги желают ему – так держать!

*Присоединяясь к пожеланиям коллег, редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»® желают Усману Хасановичу Магдееву здоровья и творческих успехов.*

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Принят новый Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности»**

Новый закон, который вступит в силу в 2010 г., регламентирует меры, препятствующие неэффективному расходованию энергии в ЖКХ, промышленности, строительстве и других отраслях народного хозяйства. Реализация закона приведет к значительной экономии средств, создаст новые рабочие места и повысит конкурентоспособность российской экономики. Суммарный потенциал энергосбережения, по данным Всемирного банка, может достигнуть 45% от потребляемых в настоящее время ресурсов.

Повышение энергоэффективности экономики – ключевое положение «Энергетической стратегии России на период до 2020 г.», направленное на 40% снижение энергоемкости валового внутреннего продукта (в сравнении с показателями 2007 г.). На сегодняшний день энергоемкость ВВП России в 2,3–2,5 раза превышает

показатели развитых стран и в два раза выше среднемирового уровня.

Новый федеральный закон разрабатывался в тесном сотрудничестве представителей министерств и ведомств, научного сообщества и бизнеса. Федеральный закон утверждает обязательные энергетические обследования, которые должны регулярно проходить государственные и частные предприятия и организации. Итог обследования – выдача энергетического паспорта, содержащего исчерпывающую информацию о показателях энергетической эффективности конкретного здания.

По оценкам Министерства экономического развития, наша страна может сберечь до 7–8% мирового потребления газа, до 1% потребления электроэнергии, воды и угля. Последовательная реализация требований федерального закона позволит не только сэкономить значительные средства, но и создать дополнительные рабочие места, а значит, повысить уровень и качество жизни людей.

По материалам ассоциации «Росизол»

**РСС и СПБ предлагают создать Федеральный реестр производителей бетона**

Российский союз строителей (РСС) и Союз производителей бетона (СПБ) в целях борьбы с распространением на рынке некачественного бетона предлагают создать Федеральный реестр производителей и поставщиков бетона. По мнению эксперта, необходимо отработать четкие механизмы регулирования, основанные на системном подходе, который сделает строительство безопасным и ответственным и не приведет к резкому снижению качества работ. Эту идею поддерживают представители СПБ. Эксперты считают: если в настоящее время строительная деятельность в России регулируется Законом о СРО, то в этот закон нужно внести дополнения, которые позволят общественным организациям регулировать качество стройматериалов путем создания реестров произведе-

лей и поставщиков, которые будут обязательны к применению организациями, входящими в СРО. Это также необходимо для обеспечения единого подхода к регулированию деятельности членов СРО, создания единых правил, стандартов и нормативов. Это позволит добиться консолидации усилий всех СРО для продвижения интересов участников в органах государственной власти, создаст возможность профессионального влияния на создание законодательной базы отрасли. Вхождение в реестр добровольное, с обязательной ежегодной аттестацией предприятия органами Госархнадзора на предмет соблюдения технологии производства, профессиональной переподготовки персонала. Документы направляются в СРО с указанием о необходимости применения только тех материалов, производители которых присутствуют в реестре.

По материалам пресс-службы РСС

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

**Растет мировой оборот в области ветроэнергетики**

Мировой оборот в области ветроэнергетики в 2008 г. приблизился к 40 млрд евро. Ежегодный прирост составляет 22–25%. Вопреки мировому экономическому кризису интерес к ветроэнергетике продолжает расти. Несмотря на снижение цен на нефть, цена на электроэнергию не упала.

Как отмечается в исследовании компании РосБизнесКонсалтинг «Рынок альтернативной энергетики», к 2010 г. в Испании будет установлено ветрогенераторов на 20 тыс. МВт, в Китае до 5 тыс. МВт, в Египте 850 МВт. В Дании доля ветряной электроэнергии уже составляет 20%, в Испании – 9%, в Германии – 7%.

К 2010 г. США планируют довести мощность ветроустановок до 80 тыс. МВт (около 5% от общей мощности электростанций государства). Ожидается, что к

2030 г. ветроэнергетика сможет обеспечить 20% потребности США в электричестве.

Канада к 2015 г. намерена производить 10% электроэнергии из ветра, в Германии этот показатель планируют довести до 20%.

В России потенциал ветровой энергии велик. В настоящее время в нашей стране ведутся проектные и предпроектные работы, готовятся к запуску ветропарки на юге и северо-западе России. На северо-западе разработан проект ветропарка 100 МВт на дамбе (Санкт-Петербург). Это проект эффективен, поскольку ветровой ресурс в акватории Балтийского моря весьма велик. Можно предположить, что здесь будут применены ветрогенераторы больших мощностей – 2–3 МВт. Помимо проекта на дамбе два проекта закупаются в Мурманске.

По материалам «РБК.Исследования рынков»

**В Беларуси возможен дефицит цемента**

Дефицит цемента на внутреннем рынке Беларуси в 2010 г. может составить 600–700 тыс. т.

По оценкам специалистов реальная потребность рынка составляет 4,6–4,8 млн т, производственные мощности – 4,4 млн т. Также планируется поставить на экспорт около 0,5 млн т цемента. Дефицит будет покрываться за счет импорта в объеме 650–850 тыс. т. В основном импортировать цемент будут предприятия частной формы собственности, госпредприятия будут получать цемент по выделенным квотам.

В ближайшее время в Совете министров будут утверждены объемы выпуска цемента на предприятиях и распределение потребления цемента по ведомствам и областям.

При распределении цемента предлагается перейти от заявительного принципа к расчетно-нормативному. Например, на 2010 г. подано заявок на 6 млн т при максимальном расчетном объеме 4,8 млн т.

Дефицита щебня в 2010 г. не будет. Рынок щебня оценивается в 13,3–13,4 млн т, и он полностью будет перекрыт отечественными мощностями.

По данным Белстата, в январе–октябре 2009 г. производство цемента в Беларуси увеличилось на 2,8% по отношению к аналогичному периоду 2008 г. и составило 3,685 млн т. В октябре было выпущено 413,3 тыс. т (на 7,9% больше, чем в октябре 2008 г., и на 2,7% меньше, чем в сентябре 2009 г.). Запасы цемента на предприятиях отрасли на 1 ноября составили 24,5 тыс. т, или 6,7% среднемесячного объема производства.

По материалам агентства БелаПАН

**Новый вид сырья для цементной промышленности**

Специалисты РУП «Белгеология» впервые в Беларуси обнаружили и разведали в Могилевской области запасы супесей, которые могут использоваться в качестве кремнеземистой добавки для производства цемента. Супеси выявлены на Ходосовском месторождении лессовидных суглинков в Мстиславском районе. Их запасы оцениваются в 14,5 млн т. Благодаря включению супесей в качестве кремнеземистой добавки в состав цемента его качество заметно повысится – улучшатся его эксплуатационные свойства, увеличится срок службы, сократится расход. Будет оптимизирована, усовершенствована и сама схема производства цемента. В настоящее время супеси в качестве кремнеземистой добавки широко

применяются в стройиндустрии многих европейских стран.

В использовании открытых геологами запасов супесей уже сегодня заинтересованы «Белорусский цементный завод» и ПРУП «Кричевцементошифер».

В течение 10 месяцев 2009 г. работы по поиску и оценке запасов строительных материалов проводились в девяти районах – Минском кольцевом, Гродненском, Мостовском, Червенском, Верхнедвинском, Мстиславском, Волковысском, Россонском, Глусском. В результате выявлено 23 месторождения строительного песка, 9 месторождений песчано-гравийной смеси, 2 месторождения керамических глин. Продолжались работы по разведке цементного сырья для действующих и планируемых цементных заводов.

По материалам агентства «БЕЛТА»

**В Казахстане открыт новый завод**

В Костаное осуществлен запуск нового асфальтобетонного завода ТОО «АБЗ+». Предприятие создано в сжатые сроки. К осуществлению проекта по выходу на новые мощности компания приступила в феврале 2009 г. Первой запущена линия по производству асфальтобетонной смеси, производственная мощность которой составляет 160 т/ч, что в два раза больше показателей старого завода. Технологическое оборудование поставлено в Казахстан с Украины. На заводе создано дополнительно 20 новых рабочих мест. В ближайшие

месяцы будут запущены и другие линии производства – бетонно-растворный узел, а также цех по производству бордюрного камня и брусчатки. Общая инвестиционная стоимость проекта составляет 200 млн тенге.

По данным пресс-службы акима Костанайской области, в текущем году здесь выполнены работы по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог на общую сумму 10,3 млрд тенге, в том числе в рамках разработанной «Дорожной карты» на 1,6 млрд тенге.

По материалам агентства «КазИнформ»

## Указатель статей, опубликованных в группе журналов «Строительные материалы»® в 2009 году\*

### Отраслевые проблемы материальной базы строительства

<b>Андреев В.Н., Рабинович В.Б., Зорохович В.С., Мокряков Б.П.</b> Реконструкция действующих кирпичных заводов .....	№ 4. С. 23
<b>Аржанухина С.П.</b> Нормативные документы технического регулирования дорожно-строительных материалов .....	№ 11. С. 4
<b>Баженов И.В.</b> Состояние и перспективы развития силикатного кирпича в Нижегородской области .....	№ 9. С. 16
<b>Бегоулев С.А.</b> Факторы развития в условиях кризиса на примере кирпичного объединения «Победа ЛСР» .....	№ 4. С. 12
<b>Беляков В.В.</b> Резервы карбонатного сырья для силикатной промышленности (приложение «СМ: technology») .....	№ 11. С. 95
<b>Буткевич Г.Р.</b> Отраслевая наука. Нужна ли она ..	№ 3 С. 4
<b>Буткевич Г.Р.</b> Промышленность нерудных строительных материалов в условиях экономического кризиса .....	№ 1. С. 26
<b>Гончаров А.К., Козейчук В.А., Нарышкин Д.А.</b> Опыт наблюдений за строительством высотных зданий .....	№ 5. С. 65
<b>Гончаров Ю.И., Солопов С.В.</b> Сырьевая база керамической отрасли Орловской области .....	№ 4. С. 73
<b>Горин В.М., Токарева С.А., Кабанова М.К.</b> Эффективный керамзитобетон в России .....	№ 9. С. 54
<b>Журавлев А.А.</b> Предприятия нерудных строительных материалов в условиях кризиса ..	№ 9. С. 52
<b>Захаров А.И., Бегак М.В.</b> Программа гармонизации экологических стандартов как инструмент повышения эффективности производства строительной керамики .....	№ 4. С. 17
<b>Казьмина О.В., Верещагин В.И., Абияка А.Н.</b> Расширение сырьевой базы для производства пеностеклокристаллических материалов .....	№ 7. С. 54
<b>Кокорева Н.Е.</b> Обеспечение безопасности автомобильных дорог с учетом теории риска ..	№ 11. С. 80
<b>Корчагин С.В.</b> Технологии продаж как инструмент формирования цивилизованного рынка извести в России .....	№ 3. С. 48
<b>Кройчук Л.А.</b> Экологические проблемы производства извести в странах Европейского союза .....	№ 6. С. 40
<b>Лыгина Т.З., Садыков Р.К., Корнилов А.В., Сенаторов П.П.</b> Состояние производства стеновых керамических материалов в Российской Федерации .....	№ 4. С. 10
<b>Мартыненко В.А., Морозова Н.В.</b> Перспективы производства и применения газобетонных изделий в Украине .....	№ 5. С. 75
<b>Паплавскис Я., Фрош А.</b> О нормируемых характеристиках штукатурных составов для наружной отделки стен из ячеисто-бетонных блоков .....	№ 8. С. 18
<b>Полозов А.Н.</b> Особенности реализации проектов строительства кирпичных заводов с импортным оборудованием .....	№ 10. С. 8
<b>Пономарев И.Г.</b> Российский рынок силикатного кирпича .....	№ 9. С. 4
<b>Рахимов Р.З.</b> Керамический и силикатный кирпич в строительстве .....	№ 6. С. 24
<b>Рахманов В.А., Козловский А.И.</b> Современные аспекты экологической безопасности производства и применения полистиролбетона в строительстве .....	№ 2. С. 6

<b>Семенов А.А.</b> Российский рынок гипса: текущее состояние и перспективы развития (приложение «СМ: бизнес») .....	№ 2. С. 79
<b>Семенов А.А.</b> Финансово-экономический кризис и российский рынок цемента: текущая ситуация и перспективы ближайшего будущего .....	№ 10. С. 4
<b>Семенов А.А., Пономарев И.Г.</b> Российский рынок извести: влияние кризиса и перспективы развития (приложение «СМ: technology») .....	№ 11. С. 89
<b>Сомов Н.В.</b> Решение проблем силикатной отрасли – дело самих силикатчиков .....	№ 9. С. 18
<b>Харо О.Е.</b> Состояние жилищной сферы и строительного комплекса Российской Федерации в I полугодии 2009 г. (приложение «СМ: бизнес») .....	№ 8. С. 87
<b>Харо О.Е.</b> Нужна ли России отраслевая наука? ..	№ 2. С. 4
<b>Хуснуллин М.Ш.</b> Строительный комплекс Республики Татарстан. Факторы развития .....	№ 4. С. 5
<b>Челомин В.Н.</b> Развитие строительного комплекса Нижегородской области .....	№ 9. С. 14
<b>Челпанов И.Б., Возный С.И., Кочетков А.В., Чванов А.В.</b> Объекты и стандарты испытаний материалов в технике и дорожном хозяйстве .....	№ 1. С. 66

### Строительные системы и используемые в них материалы

<b>Lindab:</b> жилье за три месяца .....	№ 8. С. 80
<b>Артамонова Т.А., Шашунькина О.В., Тюханова Н.В., Стрюкова Е.В.</b> Материалы серии Абрис® для защиты от радиационных, электромагнитных и биологических воздействий .....	№ 3. С. 21
<b>Балмасов Г.Ф., Скворцов А.Е., Мешков П.И.</b> Теплоизоляционные штукатурки с пеностеклом .....	№ 1. С. 32
<b>Битумно-полимерные рулонные гидроизоляционные и кровельные материалы завода «Изофлекс» ..</b>	№ 3. С. 17
<b>Блажек В.П.</b> Наружные многослойные стены с облицовкой из кирпича в монолитных зданиях (приложение «СМ: архитектура») .....	№ 10. С. 77
<b>Водосточные системы Lindab – постоянное совершенствование качества .....</b>	№ 4. С. 126
<b>Гётц Т., Зайп К., Крист О., BASF SE.</b> Цементные уплотняющие суспензии на базе акриловых полимеров .....	№ 3. С. 25
<b>Гидроизоляция ПЛАСТФОИЛ® (PF) – эффективное решение реконструкции кровель промышленных зданий .....</b>	№ 4. С. 94
<b>Гринфельд Г.И.</b> Ограждающие конструкции из газобетонных блоков с облицовкой навесными фасадами (приложение «СМ: архитектура») ..	№ 10. С. 75
<b>Калинин А.В., Баранов А.Н.</b> Наружные штукатурные системы утепления фасадов .....	№ 6. С. 28
<b>КипТек и СаунТек – современная изоляция на страже тепла и тишины .....</b>	№ 3. С. 12
<b>Конструктор для взрослых. Монтировать дом из легких стальных компонентов Lindab так же просто, как собирать конструктор .....</b>	№ 2. С. 56
<b>Кузьменко Д.В.</b> Ограждающая конструкция на базе легких стальных конструкций (приложение «СМ: архитектура») .....	№ 4. С. 123

\* В указатель не вошли статьи, опубликованные в данном номере. Содержание номера см. на с. 1–3.



Надежная гидроизоляция ПЛАСТФОИЛ® (PF) . . . № 8. С. 82  
**Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б.**  
 Каустифицированные гипсовые системы . . . № 6. С. 10  
 Система Lindab Rainline™ — высочайший класс  
 и безупречное качество . . . № 9. С. 64  
 Технология производства нового продукта  
 фирмы КНАУФ — АКВАПАНЕЛЬ®  
 (приложение «СМ: technology») . . . № 5. С. 100  
 Экструдированный пенополистирол.  
 Как определить качество? . . . № 6. С. 34

#### Технологии, оборудование, приборы

**Абдрахманова Л.А., Мубаракшина Л.Ф.**  
 Оценка эксплуатационной стойкости усиленных  
 карбамидных пенопластов . . . № 8. С. 38  
**Амамчян М.Г.** Технология получения  
 теплоизоляционного материала на основе  
 легкоплавких глин . . . № 8. С. 67  
**Ананьев А.И., Абарыков В.П., Бегоулев С.А., Буланый А.С.**  
 Влияние технологических факторов на теплопроводность  
 и влажностный режим кирпичных кладок  
 наружных стен из пустотелого керамического  
 кирпича и камня . . . № 6. С. 54  
**Антоновский Д.М., Ладнер И.С.** Прогнозирование  
 расчетной долговременной прочности  
 геосинтетических материалов . . . № 11. С. 60  
**Аржанухина С.П.** Сравнительные демонстрационные  
 испытания противогололедных материалов  
 на основе хлоридов . . . № 5. С. 14  
**Ашмарин Г.Д., Ласточкин В.Г., Курносков В.В.**  
 Теоретические основы и пути совершенствования  
 технологии компрессионного формования  
 керамических стеновых материалов . . . № 4. С. 26  
**Баженов Ю.М., Королев Е.В.** Оценка технико-  
 экономической эффективности нанотехнологий  
 в строительном материаловедении . . . № 6. С. 66  
**Барабаш Д.Е., Лазукин В.В.** Проектирование  
 композиционных строительных материалов  
 на основе модифицированных жидких  
 олигодиснов . . . № 11. С. 40  
**Барон В.Л., Абдулкадыров М.А.** Об оценке  
 стабильности результатов взрывной отбойки  
 на карьерах стройматериалов  
 (приложение «СМ: technology») . . . № 5. С. 102  
**Белов В.В.** Влияние капиллярного сцепления  
 на уплотнение прессованием дисперсий  
 из непластичных материалов . . . № 9. С. 42  
**Белов В.В., Смирнов М.А.** Формирование  
 оптимальной макроструктуры строительной смеси  
 (приложение «СМ: наука») . . . № 9. С. 88  
**Бондаренко В.П.** Модернизация одношахтных  
 печей большого диаметра с целью повышения  
 производительности и снижения затрат  
 на топливо . . . № 9. С. 32  
**Борисенко Ю.Г., Борисенко О.А., Солдатов А.А.**  
 Термостабильность легких битумно-минеральных  
 композиций . . . № 7. С. 10  
**Бравов В.В.** Преимущества внедрения частотных  
 преобразователей (приложение «СМ: technology») . . . № 5. С. 92  
**Брайтенмозер М.** Модернизация действующих  
 кирпичных производств с оборудованием  
 фирмы ФРЕЙМАТИК . . . № 4. С. 58  
**Бутовский М.Э., Фок Н.А.** Использование отходов  
 Рубцовской ТЭЦ для производства строительных  
 материалов . . . № 6. С. 90  
**Василик П.Г., Голубев И.В.** Новые эфиры  
 целлюлозы для производства гипсовых  
 штукатурок . . . № 1. С. 36  
**Василик П.Г., Голубев И.В.** Современные эфиры  
 целлюлозы Mecerlose® для плиточных клеев  
 на цементной основе . . . № 2. С. 49

**Васильев Ю.С.** Методы повышения эффективности  
 обеспечения жильем отдельных категорий  
 россиян . . . № 7. С. 71  
**Ваучский М.Н., Иванов А.Н.** Выбор компонентов  
 самоуплотняющихся бетонных смесей  
 для высокопрочных бетонов . . . № 9. С. 58  
**Веденеев А.В., Коробкин Е.В., Моисеев И.П.**  
 Производство строительного гипса . . . № 6. С. 16  
**Ветегрове Х.** Оборудование компании Claudius Peters  
 для гипсовой промышленности . . . № 6. С. 12  
**Возный С.И., Крылов В.К., Рабенау В.В.,  
 Свежинский В.Н.** Применение холодных пластиков  
 для противоскользких покрытий . . . № 2. С. 53  
**Войлоков И.А.** Композитное армирование  
 бетонов . . . № 6. С. 62  
**Волков В.В., Барабаш Д.Е.** Совершенствование  
 методов оценки эксплуатационного состояния  
 дорожно-мостовых габионных конструкций . . . № 5. С. 27  
**Волков В.В., Барабаш Д.Е., Лазукин В.В.**  
 Перспективы использования СВЧ-излучений  
 при укладке полимермодифицированных  
 асфальтобетонных смесей . . . № 11. С. 55  
**Вьюгов М.В., Казарновский В.Д., Степанов М.В.**  
 Применение геосинтетических материалов  
 в конструкциях дорожных одежд . . . № 11. С. 52  
**Герасимова Л.Г., Шукина Е. С.** Получение  
 пигментных наполнителей из алюмосиликатных  
 минеральных отходов . . . № 6. С. 76  
**Глазков С.С., Скрипченков А.В., Рудаков О.Б.**  
 Эффективные декоративно-отделочные составы  
 для наружной отделки изделий из газобетона . . . № 1. С. 20  
**Гончарова М.А.** Использование конвертерных  
 шлаков в производстве материалов для дорожного  
 строительства . . . № 7. С. 26  
**Гончарова М.А., Бондарев Б.А., Корнеев А.Д.**  
 Кристаллические металлургические шлаки  
 в дорожном строительстве . . . № 11. С. 23  
**Горшков А.С.** Оценка долговечности стеновой  
 конструкции на основании лабораторных  
 и натуральных испытаний . . . № 8. С. 12  
**Грубачич В.** Компания BEDESCHI: второе столетие  
 в лидерах машиностроения для керамической  
 промышленности . . . № 4. С. 30  
**Гулабянц Л.А., Цапалов А.А.** Радонозащитные  
 свойства гидроизоляционного материала  
 на основе бентонита . . . № 2. С. 67  
**Гуревич Б.И., Тюкавкина В.В., Калинин А.М.,  
 Калинин Е.В.** Смешанные цементы на основе  
 гранулированного медно-никелевого шлака,  
 извести и гипса . . . № 2. С. 46  
**Гусев Б.В., Куликов В.Г.** Обоснование строения  
 внутреннего капиллярно-порового пространства  
 пенокомпозигов структурой пены ПАВ . . . № 8. С. 21  
**Данильян Е.А.** Физико-механические свойства  
 литых асфальтобетонов на битумно-полимерном  
 вяжущем . . . № 5. С. 33  
**Дикун А.Д., Фишман В.Я., Дикун В.Н., Нагорняк И.Н.,  
 Алексеев А.В.** Практика применения ускоренного  
 дилатометрического метода определения морозостойкости  
 бетонов по ГОСТ 10060.3—95 . . . № 4. С. 97  
**Евсеев Л.Д.** Внутреннее и наружное утепление  
 строительных ограждающих конструкций . . . № 3. С. 7  
**Ефименко А.З.** Неавтоклавный газобетон на песке  
 из отходов дробления бетона . . . № 1. С. 13  
**Ефименко А.З.** Повышение однородности газобетона  
 на основе моделирования процессов смешивания  
 компонентов . . . № 10. С. 37  
**Ефременков В.В., Кондратьев Д.Г., Ручкин В.В.**  
 Разработка и изготовление технологического  
 оборудования для производства строительных  
 материалов (приложение «СМ: technology») . . . № 5. С. 87

- Жерновский И.В., Нелюбова В.В., Череватова А.В., Строкова В.В.** Особенности фазообразования в системе  $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$  в присутствии наноструктурированного модификатора (приложение «СМ: technology») ..... № 11. С. 100
- Журавлев А.А.** Перспективы применения фрезерных комбайнов для разработки карбонатных пород, используемых для производства щебня ..... № 10. С. 66
- Завьялов М.А., Завьялов А.М.** Теплоемкость асфальтобетона ..... № 7. С. 6
- Зимич В.В., Крамар Л.Я., Трофимов Б.Я., Черных Т.Н.** Повышение гигроскопичности и водостойкости хлормagneзиального камня путем введения трехвалентного железа ..... № 5. С. 58
- Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Ратькова В.П., Ратькова Э.О., Веревкин К.А.** Ангобы на основе красножгущихся легкоплавких глин ..... № 3. С. 40
- Иванов А.С., Евтушенко Е.И.** Стеновые керамические материалы с использованием металлургического шлака ..... № 7. С. 64
- Калашников В.И.** Перспективы использования реакционно-порошковых сухих бетонных смесей в строительстве ..... № 7. С. 59
- Калашников В.И., Мороз М.Н., Худяков В.А., Василик П.Г.** Высокогидрофобные строительные материалы на минеральных вяжущих ..... № 6. С. 81
- Карпеев С.В., Кочетков А.В., Сапсаенко Д.Б., Чванов А.В.** Относительные методы определения параметров качества дорожных материалов ..... № 5. С. 6
- Клофт Т., Белоусов В.К.** Поризованная керамика на российском рынке и энергосберегающий потенциал при ее производстве ..... № 4. С. 54
- Козлов Г.А., Котляр В.Д., Козлов А.В.** Особенности получения эффективного пористого заполнителя из кремнистых пород Ростовской области ..... № 6. С. 88
- Козлова В.К., Маноха А.М., Сутула И.Г., Гущина Е.Н.** Влияние температуры обжига на свойства магнезиальных вяжущих веществ ..... № 7. С. 56
- Колобердин В.И., Емельчикова Н.С.** Особенности получения строительной извести термомеханической обработкой известняков в пресс-сдвиговой установке ..... № 3. С. 45
- Конев В.А., Решетняк А.Ф., Конев М.В.** Агрегат для обжига известняка и химико-термического обезвреживания ТБО ..... № 6. С. 38
- Коротков Р.В.** Снижение горючести строительных материалов из древесины ..... № 7. С. 52
- Корочкин А.В.** Влияние дорожно-климатических зон на прочность жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием ..... № 1. С. 64
- Корочкин А.В.** Исследование жесткого цементобетонного основания комбинированной дорожной одежды на Московском малом кольце ..... № 7. С. 4
- Корочкин А.В.** Особенности работы жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием ..... № 2. С. 64
- Корочкин А.В.** Расчетные параметры асфальтобетонных слоев на жестком цементно-бетонном основании ..... № 9. С. 61
- Корочкин А.В., Кольцов В.И.** Расчет толщины асфальтобетонных слоев жесткой дорожной одежды ..... № 11. С. 62
- Котляр В.Д.** Классификация кремнистых опоковидных пород как сырья для производства стеновой керамики ..... № 3. С. 36
- Краснов А.М., Федосов С.В., Акулова М.В.** Влияние высокого наполнения мелкозернистого бетона на структурную прочность ..... № 1. С. 48
- Красовицкий Ю.В., Романюк Е.В., Чугунова И.А., Федорова М.Н.** Комбинированные фильтровальные структуры для высокоэффективного пылеулавливания ..... № 9. С. 70
- Кривобородов Ю.Р., Бурлов А.Ю., Бурлов И.Ю.** Применение вторичных ресурсов для получения цементов ..... № 2. С. 44
- Кройчук Л.А.** Типы известьобжигательных печей, используемых в странах Европейского союза ..... № 9. С. 25
- Ксенофонтов И.А.** Оборудование для производства минерального порошка (приложение «СМ: technology») ..... № 5. С. 90
- Кузнецова Г.В., Санникова В.И.** Некоторые аспекты применения методики определения сырцовый прочности силикатного кирпича (приложение «СМ: technology») ..... № 11. С. 98
- Кузьмин И.В.** Алюмофосфатные композиционные материалы для огнезащиты металлоконструкций ..... № 8. С. 65
- Кукушкин М.Г., Поляков А.В., Леванов С.В.** Применение современных систем управления процессом подачи тепла при обжиге кирпича в туннельных печах ..... № 4. С. 60
- Лаврушина Е.Г., Бойко А.А.** Распределение температурных напряжений в дорожных покрытиях ..... № 11. С. 74
- Лапшин В.Б., Боброва Н.В., Гуомджян П.П.** Механоактивация композиций строительного назначения на основе поливинилхлорида ..... № 10. С. 48
- Латышов В.М., Латышова Т.В., Авренюк А.Н., Федоров П.А., Тимеряев Д.В., Кантор П.Л.** Восстановление бетона и железобетона после деструктивного воздействия серосодержащих соединений ..... № 3. С. 58
- Леденев А.А., Усачев С.М., Перцев В.Т.** Структурно-реологические свойства строительных смесей ..... № 7. С. 68
- Леонтьев Е.Н.** Напряженно-армированные линейные элементы из силикатного железобетона для зданий каркасного типа ..... № 2. С. 37
- Лесовик В.С., Жерновой Ф.Е., Глаголев Е.С.** Использование природного перлита в составе смешанных цементов ..... № 6. С. 84
- Липилин А.Б., Векслер М.В., Коренигина Н.В.** Ударный помол как действенное средство снижения себестоимости производства негашеной извести ..... № 9. С. 39
- Лихун Гао.** Возможности производственной программы группы Dragon & Strong для промышленности строительных материалов ..... № 4. С. 37
- Логанина В.И., Давыдова О.А.** Известковые отделочные составы на основе золь-гель-технологии ..... № 3. С. 50
- Логанина В.И., Прошина Н.А., Давыдова О.А.** Золь-гель-технология для синтеза кремнийсодержащей добавки известковых отделочных составов ..... № 7. С. 48
- Ломаченко Д.В., Кудярова Н.П., Ломаченко В.А.** Диспергация цементного клинкера при помоле с новой органической добавкой ..... № 7. С. 62
- Лукинский О.А.** Составы для защиты бетона ..... № 2. С. 34
- Лукинский О.А.** Эффективные технологии герметизации трубопроводов ..... № 3. С. 32
- Лундышев И.А.** Применение монолитного пенобетона для утепления теплопроводов ..... № 8. С. 30
- Лупанов А.П., Балашов С.Ф., Суханов А.С.** Влияние асфальтового гранулята на уплотняемость и водостойкость асфальтобетона ..... № 5. С. 30
- Лютенко А.О., Николаенко М.А., Щеглов А.Ф., Ходыкин Е.И.** Композиционное вяжущее на основе попутно-добываемых пород угольных месторождений для укрепления грунтов в дорожном строительстве ..... № 7. С. 22
- Лютенко А.О., Николаенко М.А., Щеглов А.Ф., Ходыкин Е.И.** Экспресс-метод определения количества цемента для получения заданного класса прочности грунтобетона (приложение «СМ: наука») ..... № 9. С. 86
- Маева И.С., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Бурьянов А.Ф., Пустогар А.П.** Структурирование ангидритовой матрицы нанодисперсными модифицирующими добавками ..... № 6. С. 4

- Майзель И.Л.** Развитие тепловых сетей в Российской Федерации. Трубам с пенополиуретановой изоляцией нет альтернативы ..... № 3. С. 29
- Майсурадзе Н.В., Трофимова Н.А., Петухова А.Г.** Исследование теплофизических свойств экваты в ограждающих конструкциях ..... № 8. С. 48
- Макридин Н.И., Максимова И.Н.** Механическое поведение конструкционного керамзитобетона при осевом сжатии ..... № 1. С. 51
- Малиновский Г.Н., Мелешко В.Ю., Якимчук Н.В.** Освоение производства керамического кирпича из тугоплавких монтмориллонитовых высокочувствительных к сушке глин на Лоевском КСМ ..... № 4. С. 85
- Мелешко В.Ю., Жуков Д.Ю., Климашевская О.А., Носов А.Е.** Исследование дунаевского глинотрепельного сырья на предмет возможности получения керамических стеновых материалов ..... № 4. С. 88
- Мемячкин К.А., Кудоманов М.В., Панченко Д.А.** Использование кладочных растворов на основе извести при производстве работ в зимнее время ..... № 3. С. 52
- Мерзликин А.Е., Стрижевский А.М.** Повышение эффективности расходования бюджетных средств, направляемых на эксплуатацию автомобильных дорог ..... № 5. С. 4
- Местников А.Е., Егорова А.Д., Корнилов Т.А., Кардашевский А.Г.** Технология возведения энергоэффективных стеновых конструкций жилых зданий на Севере (приложение «СМ: архитектура») ..... № 4. С. 118
- Мирсаев Р.Н., Бабков В.В., Недосеко И.В., Юнусова С.С., Ахмадулина И.И., Шахметов У.Ш.** Структурообразование и твердение прессованных композиций на основе дигидрата сульфата кальция ..... № 6. С. 6
- Монастырев А.В.** Требования потребителей к свойствам извести для ячеистого бетона и технологические приемы по их обеспечению ..... № 6. С. 36
- Моргун В.Н.** Обоснование влияния корреляционной связи расход ПАВ — агрегативная устойчивость на качество пенобетона ..... № 8. С. 24
- Моргун Л.В., Смирнова П.В., Моргун В.Н.** О взаимосвязи между термодинамическими свойствами воды и пенобетона ..... № 1. С. 14
- Мороз М.Н., Калашников В.И., Худяков В.А., Василик П.Г.** Водостойкий мелкозернистый бетон, гидрофобизированный наночастицами стеарата кальция ..... № 8. С. 55
- Морозова Л.В.** Новейшие технологии виброизоляции рельсовых путей ..... № 5. С. 45
- Несветаев Г.В., Давидюк А.Н.** Самоуплотняющиеся бетоны (SCC): усадка ..... № 8. С. 52
- Несветаев Г.В., Давидюк А.Н.** Самоуплотняющиеся бетоны: модуль упругости и мера ползучести ..... № 6. С. 68
- Несветаев Г.В., Давидюк А.Н.** Самоуплотняющиеся бетоны: прочность и проектирование состава ..... № 5. С. 54
- Несветаев Г.В., Давидюк А.Н., Хетагуров Б.А.** Самоуплотняющиеся бетоны: некоторые факторы, определяющие текучесть смеси ..... № 3. С. 54
- Нижегородов А.И.** Теоретическое обоснование использования новых модификаций электрических печей для обжига вермикулита (приложение «СМ: technology») ..... № 5. С. 94
- Нижегородов А.И.** Узкополосное фракционирование как фактор качества вермикулитовых концентратов ..... № 9. С. 68
- Низамов Р.К., Абдрахманова Л.А.** Закономерности модификации пластифицированных ПВХ-композиций полифункциональными наполнителями ..... № 8. С. 35
- Низина Т.А., Кисляков П.А.** Оптимизация свойств оксидных композитов, модифицированных наночастицами (приложение «СМ: наука») ..... № 9. С. 78
- Никонова О.Н., Дука О.А., Руденский А.В.** Повышение водостойкости дорожных асфальтобетонов введением порошкообразных активаторов ..... № 5. С. 21
- Нуриев М.А., Мурафа А.В., Макаров Д.Б., Хозин В.Г.** Дорожные покрытия из холодного асфальтобетона на анионоактивных битумных эмульсиях ..... № 11. С. 33
- Овсянников С.В.** Щебеночно-мастичные деформационные швы мостовых сооружений ..... № 5. С. 24
- Огрель Л.Ю., Строкова В.В., Ли Яхо, Занг Баоде.** Наследование полимерными композитами структур наноразмерных неорганических наполнителей (приложение «СМ: наука») ..... № 9. С. 75
- Орлов В.А.** Внутренние полимерные покрытия для трубопроводов ..... № 2. С. 57
- Оськин В.М., Гольцов К.Н., Лебедев М.С.** Влияние минераловатной теплоизоляции на основе волокон различной химической природы на огнестойкость и пожарную опасность строительных конструкций ..... № 7. С. 40
- Павленко Н.В., Череватова А.В., Строкова В.В.** Особенности получения рациональной поровой структуры пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего ..... № 10. С. 33
- Пак А.А., Сухорукова Р.Н.** Композиционный многослойный полистирол-газобетон и его свойства по отношению к воде ..... № 3. С. 64
- Печеный Б.Г., Данильян Е.А., Галдина В.Д.** Влияние режимов приготовления асфальтобетонных смесей на свойства асфальтобетонов ..... № 11. С. 36
- Писляков В.В.** Методы оценки научного знания по показателям цитирования (приложение «СМ: наука») ..... № 3. С. 89
- Пищ И.В., Климош Ю.А., Попов Р.Ю., Прижитомский П.С., Парфинович И.В.** Применение гранитоидных отсеков и древесных опилок в производстве поризованного керамического кирпича ..... № 4. С. 90
- Плиতারак Ю.В.** Защита облицовочного кирпича от влаги и высолов ..... № 4. С. 65
- Подрез Г.А., Битуев А.В., Заяханов М.Е., Мангутов А.Н., Прокопец В.С.** Применение местных эффузивных горных пород для производства асфальтобетонов ..... № 5. С. 36
- Покровская Е.Н., Дмитриев В.В., Чистов И.Н., Ковальчук Ю.Л.** Химико-микологические исследования древесины свай в основаниях фундаментов памятников архитектуры ..... № 1. С. 56
- Попов А.Н., Шашков И.Г., Кочетков А.В.** Совершенствование методов прогнозирования работоспособности аэродромных покрытий ..... № 11. С. 69
- Прокопец В.С., Филатов С.Ф., Рычкова О.А.** Ремонт асфальтобетонных покрытий гранулированными асфальтобетонными смесями в зимний период ..... № 7. С. 12
- Прохоров С.Б.** Специализированные алюминиевые газообразователи: результаты внедрения и перспективы развития ..... № 10. С. 28
- Рахимбаев Ш.М., Кафтаева М.В.** О влиянии формы цементного кольца на его собственные деформации и напряжения (приложение «СМ: наука») ..... № 9. С. 91
- Розенталь Н.К., Чехний Г.В., Любарская Г.В., Розенталь А.Н.** Защита бетона на реакционноспособном заполнителе от внутренней коррозии соединениями лития ..... № 3. С. 68
- Румянцева В.Е.** Математическое моделирование массопереноса, лимитируемого внутренней диффузией при коррозии бетона первого и второго видов ..... № 2. С. 22
- Русина В.В., Грызлова Е.О.** Особенности состава и свойств отвалной золошлаковой смеси ..... № 5. С. 62
- Сажнева Н.Н., Сажнев Н.П., Урецкая Е.А.** Защитные системы для отделки ячеистого бетона пониженной плотности ..... № 1. С. 17

- Салахов А.М., Загидуллина Г.М., Салахова Р.А. Снижение энергоемкости керамического производства – путь повышения конкурентоспособности . . . . № 4. С. 68
- Салл М., Ткаченко Г.А. Введение пористого компонента в мелкозернистые дорожные бетоны . . . . № 2. С. 29
- Самохвалов Н.М. Регенерация насыпных слоев в зернистых фильтрах . . . . № 7. С. 45
- Серебрякова Л.А., Лаврушина Е.Г., Попов А.А., Лаврушин Г.А. Особенности деформационных свойств нетканого материала . . . . № 10. С. 53
- Силкин А.В., Лупанов А.П., Суханов А.С. Анализ себестоимости асфальтобетонных смесей и динамика цен на материалы и энергоресурсы для их производства . . . . № 11. С. 6
- Синянский А.В. «Бюджетные» системы автоматизации . . . . № 1. С. 46
- Синянский А.В. Система автоматизированного управления заводом по производству керамического кирпича «Sinaps Керамика» . . . . № 4. С. 42
- Синянский В.И., Леонтьев Е.Н. Расширение номенклатуры изделий и совершенствование оборудования заводов силикатного кирпича . . . № 1. С. 42
- Синянский В.И., Леонтьев Е.Н. Роль синтеза гидросиликатов из оксидов кальция и кремния в технологии автоклавных ячеистых бетонов . . № 9. С. 44
- Скориков С.В., Печеный Б.Г., Бородина В.А. Физико-механические и технологические свойства цветных дорожных покрытий на основе эмульгированных вяжущих . . . . № 5. С. 39
- Слюсарь А.А., Полуэктова В.А. Механизм пластификации минеральных суспензий оксифенолфурфульных олигомерами . . . . № 2. С. 17
- Слюсарь А.А., Полуэктова В.А., Мухачева В.Д. Бетон на основе вяжущего низкой водопотребности и модификатора СБ-ФФ . . . . № 9. С. 65
- Смирнов С.Ф. Позиционирование рецикла в трубных мельницах с многопродуктовым классификатором . . . . № 1. С. 44
- Смирнов С.Ф., Жуков В.П., Федосов С.В., Otwinowski H., Kapiowski P. Расчетно-экспериментальные исследования классификации в струйной мельнице кипящего слоя . . . . № 2. С. 61
- Смоликов А.А., Огрель Л.Ю., Везенцев А.И. Нанотрубчатый наполнитель на основе хризотила для теплостойких композиционных материалов (приложение «СМ: наука») . . . . № 9. С. 81
- Старовойтова И.А., Хозин В.Г. Теплостойкая базальтопластиковая арматура на гибридных органо-неорганических связующих . . . . № 8. С. 40
- Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Необходимость и перспективы утилизации шламистых железорудных отходов Кузбасса в технологии стеновых керамических материалов . . . . № 4. С. 77
- Стороженко Г.И., Дворников Н.А., Чивелев В.Д., Верещагин В.И., Вакалова Т.В., Кузьмин В.М., Камнев С.В., Шайхлисламов Р.Т. Опыт внедрения технологии одностадийного сухого обогащения каолинов . . . . № 4. С. 46
- Строкова В.В., Алфимова Н.И., Наваретте Велос Ф.А., Шейченко М.С. Перспективы использования вулканического песка Эквадора для производства мелкозернистых бетонов . . . . № 2. С. 32
- Строкова В.В., Соловьева Л.Н. Оценка влияния кристаллических затравок на структурообразование цементного камня (приложение «СМ: наука») . . № 3. С. 97
- Суханов А.С., Лупанов А.П., Силкин А.В., Кондратьева Т.Н. Получение активированного минерального порошка в центробежно-ударной мельнице . . . . № 11. С. 12
- Сычев Ю.И., Моторный Н.И., Левковский Г.Л. Метод экспресс-оценки долговечности облицовочного камня . . . . № 7. С. 35
- Тараканов О.В., Пронина Т.В. Рациональное применение полифункциональных добавок в технологии зимнего бетонирования . . . . № 2. С. 10
- Титунин А.А. Упругие деформации в клееной древесине . . . . № 10. С. 45
- Триполищын А.А. Поведение огнезащищенной древесины в условиях воздействия повышенной температуры . . . . № 8. С. 64
- Трубецкой К.Н., Котровский М.Н., Домбровский А.Н., Сидоренко И.А. Перспективная технология разработки карьеров высокими уступами с использованием кранлайнов . . . . № 7. С. 30
- Труфанов Д.В. Совершенствование технологии производства извести по мокрому способу из мела высокой чистоты (приложение «СМ: technology») . . . . № 11. С. 92
- Тюкавкина В.В., Гуревич Б.И. Оценка степени изменчивости состава и свойств гранулированных медно-никелевых шлаков в процессе хранения . . . . № 10. С. 42
- Тюков Е.Б., Калгин Ю.И. Повышение долговечности шероховатых поверхностных обработок дорожных покрытий . . . . № 5. С. 11
- Умарова Н.Н., Романова Р.Г., Ливада А.Н. Анализ свойств ключишинской глины проекционными методами . . . . № 6. С. 52
- Федосов С.В., Бобылев В.И., Митькин Ю.А., Соколов А.М. Исследование параметров электротепловой обработки бетона токами различной частоты . . . . № 5. С. 51
- Федосов С.В., Бобылев В.И., Соколов А.М. Математическое моделирование температурно-временных зависимостей удельной проводимости бетонных смесей (приложение «СМ: наука») . . № 9. С. 84
- Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Смирнов А.Ю. Силикатный кирпич в условиях высокотемпературных воздействий . . . . № 9. С. 48
- Фомин А.Ю., Хозин В.Г. Применение серы в производстве дорожно-строительных материалов . . . . № 11. С. 20
- Фриштер В.Ю. Технология строительства энергоэффективных домов (приложение «СМ: архитектура») . . . . № 4. С. 121
- Харо О.Е., Левкова Н.С. Некоторые направления применения отходов производства нерудных материалов . . . . № 5. С. 73
- Хританков В.Ф., Кудряшов А.Ю., Пичугин А.П. Оптимизация составов для защиты крупного органического заполнителя и упрочнения материалов стен . . . . № 3. С. 60
- Чугунова И.А., Красовицкий Ю.В., Федорова М.Н., Романюк Е.В. Экономические преимущества аэродинамической оптимизации систем и аппаратов пылеулавливания в производстве строительных материалов . . . . № 10. С. 39
- Шапарь А.Г., Копач П.И., Сметана С.Н. Возрождение вторичных экосистем и технологии доработки месторождений полезных ископаемых . . . . № 10. С. 62
- Шейнин А.М., Эккель С.В. Оценка качества монолитного бетона в дорожном и аэродромном строительстве при испытании кернов . . . . № 5. С. 17
- Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Михайлец С.Н., Андрианов А.В., Астафьев В.А., Бахта А.О., Иванов В.Г., Макаров С.Г., Мирошников В.Е., Носков А.В., Титов Г.В. Новый комплекс ШЛ 400 для производства церковного кирпича . . . . № 4. С. 32
- Шойхет Б.М. Структура и проницаемость волокнистых теплоизоляционных материалов . № 1. С. 60
- Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Высоцкая М.А., Якимович И.В. Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-1 . . . . № 7. С. 14

**Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Бурьянов А.Ф., Кодолов В.И., Крутиков В.А., Фишер Х.-Б., Керене Я.** Модификация поризованных цементных матриц углеродными нанотрубками (приложение «СМ: наука») . . . № 3. С. 99

**Якушев З.А., Низембаев А.Ш., Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Карачурин А.З., Успенская Л.Л.** Влияние добавки КТ трон-5 на удобоукладываемость и кинетику нарастания прочности средне- и высокомарочного бетонов . . . № 2. С. 14

**Яшин С.О., Шальнев М.Н., Борисенко Ю.Г.** Применение фосфогипса в составе наполнителя асфальтобетонных смесей . . . № 11. С. 18

#### Материалы, изделия, конструкции

**Аюпов Д.А., Мурафа А.В., Хакимуллин Ю.Н., Хозин В.Г.** Модифицированные битумные вяжущие строительного назначения . . . № 8. С. 50

**Баранов И.М.** Пенобетон неавтоклавный на золосиликатном вяжущем . . . № 8. С. 28

**Баталин Б.С., Евсеев Л.Д.** Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения . . . № 10. С. 55

**Борисенко Ю.Г., Солдатов А.А., Яшин С.О.** Битумно-минеральные композиции, модифицированные высокодисперсными отсевами дробления керамзита . . . № 1. С. 62

**Буткевич Г.Р., Лопатников М.И.** Щебень, песок: необходимо взаимопонимание нерудников и дорожников . . . № 11. С. 8

**Ваучский М.Н., Дудурич Б.Б.** Высокопрочный быстротвердеющий строительный раствор для аварийно-восстановительных работ . . . № 10. С. 20

**Величко Е.Г.** Теплопроводность пенобетона с оптимизированным дисперсным составом . . . № 1. С. 9

**Величко Е.Г., Костина Т.П., Дыкин И.В.** Шлакосиликатный полистиролбетон – эффективный теплоизоляционный материал . . . № 10. С. 16

**Вылегжанин В.П., Пинскер В.А.** Автоклавный газобетон для строительства экономичного и экологичного жилья . . . № 8. С. 9

**Вылегжанин В.П., Пинскер В.А.** Газобетон в жилищном строительстве и перспективы его производства и применения в Российской Федерации . . . № 1. С. 6

**Гридчин А.М., Коротаев А.П., Ядыкина В.В., Кузнецов Д.А., Высоцкая М.А.** Дорожные композиты на основе дисперсного вспученного перлита . . . № 5. С. 42

**Жеребятьева Т.В., Корнеев А.Д.** Биостойкие бетоны для гидротехнических сооружений . . . № 6. С. 72

**Калашников В.И., Апаньев С.В.** Высокопрочные и особовысокопрочные бетоны с дисперсным армированием . . . № 6. С. 59

**Колесникова И.В., Николаева Л.Н., Галеев Р.Р.** Поливинилхлоридные композиции с использованием органоминеральных наполнителей . . . № 8. С. 43

**Кочетков А.В., Чванов А.В.** Новые антигололедные дорожные покрытия с шероховатой поверхностью в России . . . № 11. С. 76

**Латыпов М.М., Струговец И.Б., Бабков В.В., Недосеко И.В.** Фибробетон в производстве дорожных плит . . . № 11. С. 50

**Лопатников М.И.** Новый источник высокопрочного щебня для дорожного строительства . . . № 11. С. 10

**Лукаш А.А., Дьячков К.А.** Строительные изделия из шпона и измельченных древесных отходов . . . № 1. С. 54

**Лукаш А.А., Плотников В.В., Ботаговский М.В.** Ячеистые стеновые панели из древесных материалов . . . № 2. С. 72

**Мещеряков Ю.Г., Колев Н.А., Федоров С.В., Сучков В.П.** Производство гранулированного фосфогипса для цементной промышленности и строительных изделий (приложение «СМ: technology») . . . № 5. С. 104

**Монастырев А.В.** Магнезиальная и доломитовая известь, ее свойства, получение и применение . . . № 9. С. 36

**Нейман С.М., Конов Г.В.** Хризотилцемент: распалась связь времен? (приложение «СМ: technology») . . . № 5. С. 97

**Прокопец В.С., Галдина В.Д., Подрез Г.А.** Асфальтобетоны на основе пористых заполнителей Западной и Восточной Сибири . . . № 11. С. 26

**Пушкина В.В.** Пенобетоны неавтоклавного твердения на гипсоглиноземистом расширяющемся цементе . . . № 10. С. 30

**Розенкова И.В., Румянцев А.В.** Гидрофобизаторы «Неогард» для строительных материалов и конструкций . . . № 6. С. 20

**Салл М., Рыбинцева Е.С., Ткаченко Г.А.** Мелкозернистые бетоны с органоминеральной добавкой для дорожного строительства . . . № 7. С. 18

**Строкова В.В., Соловьева Л.Н., Моспан В.И., Ходькин Е.И., Гринев А.П.** Конструкционные легкие бетоны на основе активных гранулированных заполнителей . . . № 10. С. 23

**Талпа Б.В., Котляр В.Д., Бондарюк А.Г.** Стеновые керамические изделия на основе опок Баканского месторождения (Краснодарский край) . . . № 4. С. 70

**Хозин В.Г., Морозов Н.М., Боровских И.В., Степанов С.В.** Высокопрочные цементные бетоны для дорожного строительства . . . № 11. С. 15

**Хозин В.Г., Низамов Р.К.** Полимерные нанокompозиты строительного назначения . . . № 8. С. 32

**Хританков В.Ф.** Легкие органоминеральные бетоны с повышенной звукопоглощающей способностью . . . № 8. С. 60

**Чагаев С.В., Мусин И.Н., Кимельблат В.И.** Наполненные модифицированные полиолефиновые эластомерные композиции строительного назначения . . . № 10. С. 50

**Ядыкина В.В., Лукаш Е.А.** Органоминеральные композиты для дорожного строительства на основе модифицированных наполнителей . . . № 11. С. 46

**Якимечко Я.Б.** Неавтоклавные газобетоны с полидисперсными наполнителями на основе отходов промышленности . . . № 1. С. 24

**Якупова Л.В., Васин К.А., Шаяхметов Р.У.** Керамические композиты на основе пиррофиллитового сырья месторождения Куль-Юрт-Тау . . . № 8. С. 74

#### Конгрессы, семинары, выставки

3-й Международный форум выставочной индустрии «5pEXPO-2009» (приложение «СМ: бизнес») . . . № 2. С. 83

**Denkmal-2008** (8-я выставка по культурному наследию, охране и реконструкции городских зданий) . . . № 2. С. 42

III научно-практическая конференция СИЛИКАТЭкс «Развитие производства силикатного кирпича в России» (приложение «СМ: technology») . . . № 11. С. 85

IV Международный научно-практический семинар «Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве» (МИСХОР-2009) . . . № 11. С. 58

**MosBuild-2009** продолжает выставочную эстафету . . . № 5. С. 48

VII Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России» . . . № 6. С. 45

XIII Международная профессиональная строительная выставка **KievBuild-2009** . . . № 3. С. 80

**ВолгаСтройЭкспо-2009** . . . № 6. С. 78

**Выставка «Отечественные строительные материалы» – 10 лет успешной работы** . . . № 3. С. 78

Итоги открытого архитектурного конкурса «Небоскреб будущего глазами молодых» (приложение «СМ: архитектура») . . . № 10. С. 82

**К проведению VII Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭК-2009»** ..... № 4. С. 4

**Керамика и огнеупоры:** перспективные решения и нанотехнологии (II семинар-совещание ученых, преподавателей, ведущих специалистов, молодых исследователей) ..... № 3. С. 42

**Наносистемы в строительном материаловедении** (IV Академические чтения РААСН) ..... № 5. С. 79

Научно-практическая конференция «**Энергосбережение в строительстве.** Ячеистые бетоны и силикатный кирпич: технологии производства, опыт применения ...» № 7. С. 25

**Новые возможности использования сверхлегких пенобетонов** (Научно-практическая конференция на базе холдинга «СОВБИ») ..... № 5. С. 50

Развитие производства силикатного кирпича в России. **СИЛИКАТЭК-2008** ..... № 1. С. 58

**Российская академия архитектуры и строительных наук** подвела итоги за пять лет ..... № 5. С. 81

**Стройсиб-2009.** XVIII Международная выставка – крупнейший строительный форум за Уралом ... № 4. С. 92

**Третьи Воскресенские чтения «Полимеры в строительстве»** ..... № 7. С. 66

Третья всеукраинская научно-техническая конференция «**Современные технологии бетона**» ..... № 6. С. 32

**Ячеистые бетоны в современном строительстве** ..... № 10. С. 26

**Разные статьи**

**50 лет Экспоцентру** ..... № 10. С. 71

**HANDLE. Новые импульсы** ..... № 8. С. 72

**Аналитический взгляд из Германии на цементный рынок стран СНГ** (приложение «СМ: бизнес») ... № 2. С. 87

**Андрей Иванович Меленский (1766–1833)** – первый главный архитектор Киева (приложение «СМ: архитектура») ..... № 10. С. 86

**Ассоциация «Недра»** подвела итоги работы за пять лет ..... № 7. С. 28

**Бартер как инструмент выхода из финансово-экономического кризиса** ..... № 9. С. 13

**Белановская Е.В., Грызлов В.С.** Долговечность кирпичной кладки памятников архитектуры XVII – нач. XX в. Вологодской области (приложение «СМ: архитектура») ..... № 4. С. 113

**В.П. Булгаков** – создатель прокатной технологии производства резиновых изделий для нерудной промышленности ..... № 7. С. 38

**Выбор Сикорского:** будем строить ..... № 8. С. 78

**Выставки в современных экономических условиях** (приложение «СМ: бизнес») ..... № 2. С. 84

**Выставочный комплекс «Экспоцентр» на старте юбилейного года** (приложение «СМ: бизнес») ... № 2. С. 82

**Группе компаний «Единая торговая система» 15 лет!** ..... № 5. С. 68

**Журавлев А.А.** Промышленность нерудных строительных материалов и дорожное строительство ..... № 5. С. 70

**Зельманович Я.И.** Мир кровли сегодня и завтра ..... № 3. С. 14

**И.Б. Шлаин** – один из создателей промышленности нерудных строительных материалов ..... № 10. С. 59

**Итоги конкурса статей молодых ученых,** проведенного журналом «Строительные материалы»® в 2008 году ..... № 2. С. 70

**К 100-летию со дня рождения** Игоря Александровича Рыбьева ..... № 11. С. 30

**КЕЛЛЕР ХЦВ** принимает участие в выставке CERAMITEC-2009 ..... № 8. С. 69

**Киев Владислава Городецкого** (приложение «СМ: архитектура») ..... № 4. С. 109

**Кирпичные фасады:** два шага назад ..... № 6. С. 49

**Кирпичный завод «Ликолор»** в Новосибирске введен в эксплуатацию фирмой Келлер ХЦВ ... № 9. С. 30

**Клевакин В.А., Иванова О.А.** Ревдинский КЗ: движение вперед, несмотря на кризис ..... № 4. С. 14

**КНАУФ: новая линия** во время кризиса – фундамент будущего успеха ..... № 3. С. 77

**Магай А.А.** Архитектура ветроулавливающих высотных зданий (приложение «СМ: архитектура») ... № 4. С. 115

**Мочалова А.А.** Развитие малоэтажного строительства: роль государственно-частного партнерства (приложение «СМ: бизнес») ..... № 8. С. 92

**На крупнейшем в Европе гипсовом руднике «КНАУФ ГИПС Новомосковск»** запущено уникальное горнодобывающее оборудование ... № 8. С. 70

**На Рефтинском объединении «Теплит»** запущена новая линия по производству газозлобетонных блоков ..... № 3. С. 74

**Научное развитие энерго- и ресурсосберегающие технологии** для переработки природного минерального сырья ..... № 10. С. 70

**Научный журнал в России:** актуальные проблемы и перспективы развития в современных условиях (приложение «СМ: наука») ..... № 3. С. 85

**Николай Николаевич Лямин (1870–1912)** (приложение «СМ: наука») ..... № 3. С. 94

**Орешкин К.Б., Солонников Д.В.** Российский доходный дом будущего (приложение «СМ: архитектура») ..... № 10. С. 90

**Официальное открытие** кирпичного завода. ОАО «Кирово-Чепецкий кирпичный завод» ... № 5. С. 10

**Памяти Анны Викторовны Ферронской** ..... № 2. С. 60

**Письмо в редакцию** А.В. Ушерова-Маршака. О научной полемике и не только ..... № 6. С. 65

**Практика – критерий истины,** или Полемика к статье «Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов» (№ 10–2008 г.) ... № 2. С. 20

**Проблемы и приоритеты жилищного строительства** (приложение «СМ: бизнес») ..... № 2. С. 92

**Путешествие российских керамиков** в Поднебесную ..... № 8. С. 46

**С Боровичским кирпичом** вам и кризис ничем! ..... № 9. С. 22

**Современное развитие** стройкомплекса Подмосквы (приложение «СМ: бизнес») ..... № 8. С. 89

**Стены строить проще** ..... № 6. С. 22

**Текущее состояние и перспективы** развития в 2009–2012 гг. строительной индустрии и потребления строительных материалов в РФ ..... № 9. С. 12

**Ушеров-Маршак А.В., Циак М.** Совместимость – тема бетоноведения и ресурс технологии бетона ..... № 10. С. 12

**Фирма Seimicas Moga** воплощает в жизнь гибкость производства с наивысшими требованиями к качеству с помощью нового комбинированного завода фирмы ЛИНГЛ ..... № 7. С. 50

**Шамис Е.Е.** Состояние, проблемы и направления развития домостроительного бизнеса (приложение «СМ: бизнес») ..... № 2. С. 90

**Шамис Е.Е.** Технологический реинжиниринг – направление развития и совершенствования предприятий стройматериалов (приложение «СМ: бизнес») ..... № 8. С. 96

**Шедевры высотного строительства Китая** (приложение «СМ: архитектура») ..... № 10. С. 79

**Экономические аспекты** применения различных пресс-форм ..... № 9. С. 20

**Эргономичные прецизионные** строительные блоки KS-Ratio-Planstein для рациональной кладки стен ..... № 9. С. 50

АКЦИЯ

## В издательстве «Стройматериалы» Вы можете приобрести дайджесты и специальную литературу по антикризисным ценам

### Тематические дайджесты серии «Совершенствование строительных материалов»

Дайджест «**Ячеистые бетоны – производство и применение**» (Часть 1). В настоящее время он выпущен на CD. В 2005 г. издана Часть 2. Представлены технологии и оборудование, опыт применения, результаты научных исследований.

Дайджест «**Кровельные и изоляционные материалы**» включает статьи по темам: битумные, битумно-полимерные, полимерные материалы, гидроизоляция сооружений, жесткие кровли и др.

Дайджест «**Керамические строительные материалы**». Часть 1 выпущена на CD. В 2009 г. вышла Часть 2. Информация представлена по следующим направлениям: отраслевые проблемы, сырьевая база, оборудование и технология, контроль качества, ограждающие конструкции.

Дайджесты «**Сухие строительные смеси**». Часть 1 выпущена на CD. В 2009 г. Вышла Часть 2. В дайджестах представлены рубрики: технологии и оборудование, компоненты ССС, результаты научных исследований, применение.

Дайджест «**Современные бетоны: наука и практика**» содержит более 100 статей по тематическим разделам: исследование составов и свойств бетонов, исследования технологических аспектов производства бетонов, заполнители для бетонов, коррозия бетона, технология и оборудование, применение бетона и др.

В 2009 г. вышел дайджест «**Материалы для дорожного строительства**». В дайджест вошло более 100 статей по тематическим разделам: нормативная и методическая база отрасли; материалы для дорожного строительства; ремонт дорог.

### Специальная литература

#### Учебное пособие «Практикум по технологии керамики»

Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Рассмотрены основные методы отбора проб, испытаний сырьевых материалов, контроля и исследования технологических процессов, а также определения свойств готовой продукции, применяемые в керамической, огнеупорной и смежных отраслях промышленности. Пособие может быть использовано не только как учебное, но и в качестве полезного руководства для инженеров заводских и научно-исследовательских лабораторий.

#### Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Л.М. Ковальчук.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК.

#### Книга «Бетонведение: лексикон»

Автор – д-р техн. наук, профессор А.В. Ушеров-Маршак

Издание подготовлено в виде толкового словаря, ориентированного на формирование понятийно-терминологического аппарата бетонведения – одной из динамично развивающихся, сложных и специфических областей материаловедения. Учтены тенденции международной интеграции науки о бетоне и его технологии.

Особенность издания состоит в насыщенности информацией физико- и коллоидно-химического характера в связи с возрастающей ролью этих знаний при обосновании составов, структур, свойств, технологических процессов получения и службы бетона.

Издание рассчитано на широкий круг представителей науки, образования, в том числе учащихся вузов и техникумов, практики строительной сферы.

#### Книга «Керамические пигменты»

Авторы – Масленникова Г.Н., Пищ И.В.

В монографии рассмотрены физико-химические основы синтеза пигментов, в том числе термодинамическое обоснование реакций, теория цветности, современные методы синтеза пигментов и их классификация, методы оценки качества. Приведены сведения по технологии пигментов и красок различных цветов и кристаллических структур. Описаны современные методы декорирования керамическими красками изделий из сортового стекла, фарфора, фаянса и майолики.

Книга предназначена для научных сотрудников, студентов, специализирующихся в области технологии керамики и стекла, а также для инженерно-технических работников, занятых в производстве керамических изделий и красок. Будет полезна для специалистов других отраслей промышленности, где применяются высокотемпературные пигменты.

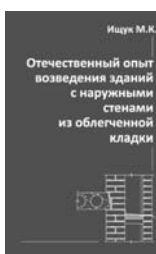
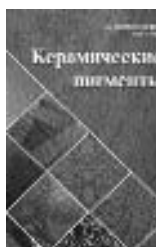
#### Книга «Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки»

Автор – Ищук М.К.

Обобщен отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. Показана история проектирования и строительства таких зданий. На конкретных примерах зданий, возведенных в конце 1990-х гг. рассмотрены различные дефекты наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. Приведены результаты экспериментальных и расчетно-теоретических исследований наружных облегченных стен, инженерные методы расчета различных воздействий на наружные многослойные стены и др.

Предназначена для работников проектных, строительных и контролирующих качество строительства организаций.

**Подробнее на [www.rifsm.ru](http://www.rifsm.ru)**



Для приобретения специальной литературы обращайтесь в издательство «Стройматериалы»  
Тел./факс: (495) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: [mail@rifsm.ru](mailto:mail@rifsm.ru)

## Как подготовить к публикации научно-техническую статью (методическое пособие для начинающего автора)



Развитие стройиндустрии стимулировало развитие строительного материаловедения, что, в свою очередь, предопределило рост направляемых в редакцию статей. Статьи аспирантов и докторантов, как и в прежние годы, публикуются без оплаты за размещение в журнале.

За все годы существования журнала научные редакторы, члены редколлегии, редакционного совета и большая группа специалистов-рецензентов внимательно и терпеливо помогали росту научных кадров и специалистов отрасли. Однако в последнее время все чаще в редакцию для публикации представляют слабые в научном отношении, незавершенные, незрелые работы, которые в ряде случаев не доходят даже до рецензентов и забраковываются на этапе внутриредакционного рецензирования.

Начнем с определений. Наука – система знаний о закономерностях развития природы и общества и способах воздействия на окружающий мир. Статья – сочинение небольшого размера в сборнике, журнале, газете.

Таким образом, научность труда, исследования, работы характеризуется целью проникнуть, нащупать, определить, сформулировать какую-либо новую закономерность формирования вещества или протекания процесса для практического, унитарного использования в материаловедении, прикладной механике, теплотехнике и т. д.

В нашем случае журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 4-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

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

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

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи и не содержать перечень всего ранее опубликованного автором, что перегружает объем статьи и часто является элементом саморекламы.

Кроме того, статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий. Статьи, направляемые в редакцию группы журналов «Строительные материалы», должны соответствовать следующим **требованиям**:

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

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); распечаткой, лично подписанной авторами; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языке; подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «Строительные материалы», ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства [www.rifsm.ru/avtoram.php](http://www.rifsm.ru/avtoram.php)