

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №6

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

ИЮНЬ 2009 г. (654)

Техника, которой Вы можете доверять...



КАЛЬЦИНАЦИЯ ОХЛАЖДЕНИЕ ДОЗИРОВКА
СУХОЕ СМЕШИВАНИЕ СУШКА ПОМОЛ
УПАКОВКА ПНЕВМОТРАНСПОРТ
ВДУВАНИЕ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ
СИЛОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
СИСТЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ
ПРОЕКТЫ ПОД КЛЮЧ



CLAUDIUS PETERS
TECHNOLOGIES

Представительство Claudius Peters

Ленинский проспект, 95А, офис 628

119313 Москва, Россия

Тел.: +7 (495) 936 26 91,

+7 (499) 132 48 01

Факс: +7 (495) 936 26 40

walter.telle@claudiuspeters.ru

www.claudiuspeters.com

Сетевой гипермаркет технологических решений

ETC

Группа компаний
«Единая Торговая Система»

ETC
тел. +7 812 703-103-5

ETC-M
тел. +7 495 660 20 68

ETC - Урал
тел. +7 343 211-84-19

Иридий, Новосибирск
тел. +7 383 303-16-64

ETC-Киев
тел. +380 44 502-50-00

ETC - Казахстан
тел. +7 727 385-61-57

Смартстрой, Минск
тел.: +375 17 295-69-03

www.utsrus.com

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

Гипсовые материалы: наука и практика

И.С. МАЕВА, Г.И. ЯКОВЛЕВ, Г.Н. ПЕРВУШИН, А.Ф. БУРЬЯНОВ, А.П. ПУСТОВГАР
**Структурирование ангидридовой матрицы
нанодисперсными модифицирующими добавками**4

Исследованы основы структурообразования и установлен механизм формирования кристаллогидратных новообразований в ангидридовой вяжущей матрице, модифицированной углеродными нанотрубками.

Р.Н. МИРСАЕВ, В.В. БАБКОВ, И.В. НЕДОСЕКО, С.С. ЮНУСОВА,
И.И. АХМАДУЛИНА, У.Ш. ШАЯХМЕТОВ

**Структурообразование и твердение прессованных композиций
на основе дигидрата сульфата кальция**6

Предложен механизм твердения бинарных систем на основе дигидрата и полугидрата сульфата кальция. Изучена кинетика гидратации данных систем в зависимости от содержания компонентов. Дано объяснение их повышенной прочности и водостойкости. Показаны перспективы организации производства прессованных гипсовых стеновых и перегородочных изделий, получаемых по упрощенной технологии с использованием серийного технологического оборудования, выпускаемого отечественными машиностроительными предприятиями.

В.В. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, В.В. БЕЛОВ, Т.Б. НОВИЧЕНКОВА

Каустифицированные гипсовые системы10

Рассматривается роль щелочей в структурообразовании безобжиговых материалов, получаемых на основе двухводного гипса. Предлагается оптимизировать условия формирования структуры негидратационного твердения путем каустификации.

Х. ВЕТЕГРОВЕ

Оборудование компании Claudius Peters для гипсовой промышленности12

Представлен спектр оборудования компании Claudius Peters для производства гипса. Описан принцип работы вертикальной тарельчато-шаровой мельницы EM для кальцинации (обжига) гипса. Приведены основные преимущества технологии помола и кальцинации гипса при использовании данной мельницы. Даны описания гипсоварочного котла, горизонтальной ударной мельницы, гомогенизатора, оборудование для охлаждения (барабанный и пневматический) и др.

А.В. ВЕДЕНЕЕВ, Е.В. КОРОБКИН, И.П. МОИСЕЕВ

Производство строительного гипса16

Представлена технологическая линия производства строительного гипса, установленная на ООО «Сандинский гипсоперерабатывающий комбинат». Описаны основные технологические переделы, система автоматизации, особенности компоновочных и технологических решений.

И.В. РОЗЕНКОВА, А.В. РУМЯНЦЕВ

Гидрофобизаторы «Неогард» для строительных материалов и конструкций ..20

Приведены основные свойства гидрофобизирующего состава «Неогард» для изделий из бетона, керамического и силикатного кирпича, тротуарной плитки, искусственного камня, газобетона, пенобетона, натурального камня. Описана гидрофобизирующая добавка в гипсовое тесто «Неогард гипс 0.2», которая обеспечивает значительную водостойкость гипсовых материалов.

Стены строить проще22

Пазогребневые перегородочные плиты (ПГП) на основе гипсового вяжущего стали внедряться в практику строительства относительно недавно. ПГП торговой марки ВОЛМА (ВОЛМА-плиты) используются для возведения межкомнатных и межквартирных перегородок в массовом строительстве и при ремонте, в том числе при отделке квартир, сдаваемых застройщиками без внутренней планировки. Представлены основные технические характеристики изделий. Приведены технико-экономические показатели использования ВОЛМА-плит при возведении внутренних стен на примере 14-этажного дома.

Материалы и конструкции

Р.З. РАХИМОВ

Керамический и силикатный кирпич в строительстве24

Рассмотрены объемы производства и применения керамического и силикатного кирпича в строительстве, как самых распространенных в настоящее время стеновых материалов. Показано, что качество, номенклатура и низкая себестоимость силикатного кирпича, выпускаемого по современным технологиям, обусловили быстрое развитие его производства и широкое применение в современном строительстве: в 2007 г. производство силикатного кирпича достигло 4,9 млрд. шт.

А.В. КАЛИНИН, А.Н. БАРАНОВ

Наружные штукатурные системы утепления фасадов28

Рассмотрены многослойная и штукатурная система утепления фасадов на примере систем «Теплый дом» и БИРСС-Термопор. Отмечены основные достоинства и недостатки приведенных систем. Даны основные технические характеристики системы БИРСС-Термопор, описана технология нанесения.

Третья всеукраинская научно-техническая конференция «Современные технологии бетона» (Информация)32

Экструдированный пенополистирол. Как определить качество?34

Приведены основные характеристики качественного экструдированного пенополистирола (теплопроводность, прочность, долговечность и др.). Описана и проиллюстрирована структура материала. Показаны отличия качественного и некачественного экструдированного полистирола, и последствия применения некачественных материалов в строительстве.

Известь – производство и применение

А.В. МОНАСТЫРЕВ

Требования потребителей к свойствам извести для ячеистого бетона и технологические приемы по их обеспечению36

Определено, что критериями качества воздушной негашеной извести для изделий из ячеистого бетона являются: содержание $(CaO+MgO)_{акт}$, температура гашения, отсутствие пережога и тонина помола. Описаны различные технологические приемы, позволяющие получить известь заданных свойств без применения повышенной температуры обжига и перерасхода топлива.

В.А. КОНЕВ, А.Ф. РЕШЕТНЯК, М.В. КОНЕВ

Агрегат для обжига известняка и химико-термического обезвреживания ТБО38

Дана характеристика содержания компонентов ТБО на примере города с населением 300–350 тыс. человек и основные способы их утилизации. Представлены факторы обоснования выбора способа утилизации ТБО и преимущества термического способа утилизации. Описана технологическая схема переработки в двухшахтной печи обжига известняка.

Л.А. КРОЙЧУК

Экологические проблемы производства извести в странах Европейского союза40

Представлены страны-члены ЕС, которые производят известь. Рассмотрено основное обжиговое оборудование для производства извести и используемые виды топлива. Даны положения Директивы 2008/1/ЕС о использовании наилучших доступных технологии (НДТ) в известковой промышленности.

Керамические строительные материалы

VII Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России»45

Кирпичные фасады: два шага назад (Информация)49

Н.Н. УМАРОВА, Р.Г. РОМАНОВА, А.Н. ЛИВАДА

Анализ свойств ключищинской глины проекционными методами52

Для анализа состава и свойств ключищинской глины впервые были применены проекционные методы – метод главных компонент (МГК) и проекция на латентные структуры (ПЛС). Показано, что использование данных методов позволяет получить всеобъемлющее представление о структуре данных и о явной связи свойств сырья и показателей качества готовой продукции.

А.И. АНАНЬЕВ, В.П. АБАРЫКОВ, С.А. БЕГОУЛЕВ, А.С. БУЛАННЫЙ

Влияние технологических факторов на теплопроводность и влажностный режим кирпичных кладок наружных стен из пустотелого керамического кирпича и камня54

Проанализированы факторы, влияющие на теплопроводность стен из кирпичной кладки, выполненной из различных видов кирпича и на разных растворах. Показано, что в настоящее время нормирование теплопроводности керамического кирпича не корректно, так как существенно изменились технология его производства и, соответственно, физико-технические параметры. Предложено проводить определение теплопроводности кладки из пустотелого кирпича и камня проводить на фрагментах стен, изготовленных по технологии, исключающей заполнение пустот кладочным раствором. Это позволит объективно оценивать и сравнивать теплотехнические свойства, как стеновых материалов, так и различных конструкций кладок стен.

Результаты научных исследований

В.И. КАЛАШНИКОВ, С.В. АНАНЬЕВ

Высокопрочные и особовысокопрочные бетоны с дисперсным армированием59

Рассмотрены проблемы расчета и проектирования особовысокопрочных фибробетонов. Показано, что тонкая и короткая фибра незаменима для самоуплотняющейся бетонной смеси особой структуры, которая обеспечивается правильным подбором состава малощебеночного и малопесчаного бетона с каменной мукой; доля объема фибры в цементно-водно-песчаной матрице будет возрастать с ростом объемного содержания щебня.

И.А. ВОЙЛОКОВ

Композитное армирование бетонов62

Приведены преимущества дисперсного армирования для получения бетона. Показано преимущество различной фибры в зависимости от назначения материала. Дано сравнение дисперсного армирования и традиционного армирования стержневой сталью.

Письмо в редакцию А.В. Ушерова-Маршака. О научной полемике и не только65

Ю.М. БАЖЕНОВ, Е.В. КОРОЛЕВ

Оценка технико-экономической эффективности нанотехнологий в строительном материаловедении66

Показано, что при внедрении или разработке нанотехнологии в производстве строительных материалов необходимо произвести технико-экономическое обоснование ее эффективности. С этой целью предложен коэффициент технико-экономической эффективности. Отмечено, что современная нормативная база не способствует развитию нанотехнологий в строительстве; особенности строительства указывают, что производство строительных материалов должно проводиться на базе традиционных объемных технологий.

Г.В. НЕСВЕТАЕВ, А.Н. ДАВИДЮК

Самоуплотняющиеся бетоны: модуль упругости и мера ползучести68

Показано проектирование состава SCC по критерию прочности, которое целесообразно вести с учетом влияния супер- (СП) или гиперпластификатора (ГП). Представлены данные по влиянию пластификаторов на различные виды цементов.

Т.В. ЖЕРЕБЯТЬЕВА, А.Д. КОРНЕЕВ

Биостойкие бетоны для гидротехнических сооружений72

Определены оптимальные значения концентрации бактерицидной добавки Инкор-3 в бетоне с учетом рационального применения в гидротехнических сооружениях. Получены биостойкие бетоны для гидротехнических сооружений металлургического производства, имеющие морозостойкость F1000 и водонепроницаемость W10.

Л.Г. ГЕРАСИМОВА, Е. С. ЩУКИНА

Получение пигментных наполнителей из алюмосиликатных минеральных отходов76

Исследовали возможность применения анортозита в качестве носителя для пигментного наполнителя. Показано, что на основе тонкоизмельченной обогащенной пробы анортозитовой руды могут быть получены композиционные пигменты с интенсивной устойчивой окраской, которые можно использовать в производстве строительных и лакокрасочных материалов широкой цветовой гаммы.

ВолгаСтройЭкспо-2009 (Информация)78

В.И. КАЛАШНИКОВ, М.Н. МОРОЗ, В.А. ХУДЯКОВ, П.Г. ВАСИЛИК

Высокогидрофобные строительные материалы на минеральных вяжущих81

Проведены исследования влияния гидрофобизаторов Zincum 5, Ceasit I, Natrium oleat и ГКЖ-10 в прессованных образцах на шлако-щелочном вяжущем, твердевшим в различных температурно-влажностных условиях. Предложено оценивать эффективность гидрофобных добавок по коэффициенту, равному отношению показателей по ГОСТ 24211-2003 уменьшения водопоглощения, взятых в процентах к расходу добавки. Сделан вывод, что наиболее эффективными гидрофобизаторами ШЩВ являются стеараты цинка и кальция, которые имеют длительный коэффициент водостойкости – 0,99 и 0,98.

В.С. ЛЕСОВИК, Ф.Е. ЖЕРНОВОЙ, Е.С. ГЛАГОЛЕВ

Использование природного перлита в составе смешанных цементов84

Установлен механизм тонкодисперсной дезинтеграции природного перлита, изучена кинетика влияния перлита на свойства вяжущего. Определено количество добавки ультрадисперсного перлита.

Г.А. КОЗЛОВ, В.Д. КОТЛЯР, А.В. КОЗЛОВ

Особенности получения эффективного пористого заполнителя из кремнистых пород Ростовской области88

На основании экспериментальных работ выявлены особенности получения эффективного пористого заполнителя на основе кремнистых опал-кристаллитовых пород. Результаты экспериментов показали, что эксплуатационные свойства пористого заполнителя в значительной мере зависят от характеристик используемой породы и технологических особенностей производства.

М.Э. БУТОВСКИЙ, Н.А. ФОК

Использование отходов Рубцовской ТЭЦ для производства строительных материалов90

Рассмотрена возможность использования золы-уноса и шлака, для производства строительных материалов. Обобщен существующий опыт, дано краткое описание эксперимента (на примере использования отходов Рубцовской ТЭЦ) по изготовлению и испытаниям образцов.

Новости92

УДК 666.913

И.С. МАЕВА, магистр, Г.И. ЯКОВЛЕВ, Г.Н. ПЕРВУШИН, доктора техн. наук, Ижевский государственный технический университет; А.Ф. БУРЬЯНОВ, канд. техн. наук, ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова; А.П. ПУСТОВГАР, канд. техн. наук, Московский государственный строительный университет

Структурирование ангидритовой матрицы нанодисперсными модифицирующими добавками

Изучение механизма структурообразования вяжущих на основе ангидрита с использованием модельных систем представляет теоретический и практический интерес, так как анализ кристаллизации новообразований при модификации их нанодисперсными добавками позволит управлять процессами получения ангидритовых материалов с оптимальными свойствами.

Гидратацию ангидрита можно представить процессом растворения ангидрита за счет адсорбции воды на поверхности тонкомолотых частиц с последующим разрывом химических связей CaSO_4 . Морфология и структура новообразований во многом определяется наличием центров кристаллизации для пересыщенного раствора двуводного гипса и значением водородного показателя среды.

В частности, принимается [1], что активирующее влияние добавок извести, каустического доломита и других малорастворимых соединений, имеющих кристаллохимическое подобие с гипсом, заключается в том, что частицы добавок служат центрами кристаллизации, способствующими быстрому выводу пересыщенного раствора дигидрата, образующегося при гидратации ангидрита из состояния равновесия с выделением $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в осадок, вследствие чего пересыщение снижается и создаются условия для растворения новых порций ангидрита.

Теоретическая возможность образования различных структур в за-

висимости от значения водородного показателя среды и природы тонкодисперсного наполнителя, исследованная с помощью программы HyperChem Release 6, показала возможность получения структур с различной морфологией кристаллов — от волокнистой до традиционной, из блоков пластинок [2]. При повышенных значениях pH отмечалась возможность формирования аморфной структуры новообразований. Экспериментальные исследования структуры гипсоцементно-пуццолановых вяжущих подтверждают возможность управления морфологией новообразований в формирующейся гипсовой матрице [3].

Потенциальные возможности управления этим процессом могут быть реализованы нанодисперсными добавками, модифицирующими первичные метастабильные структуры. В работе [4] приведены данные об упорядоченности структуры матрицы в граничном слое по поверхности нанодисперсного модификатора и отмечается образование структурированной оболочки на его поверхности. При определенном содержании наполнителя осуществляется фазовый переход вяжущей матрицы из объемного состояния в пленочное, формируются граничные слои, структура матрицы в которых наследуется в соответствии со структурой нанодисперсной модифицирующей добавки.

Модификация ангидритовой матрицы достигалась введением многослойных углеродных нанотру-

бок Graphistrength™ фирмы Arkema (рис. 1, а), которые имеют 10–15 слоев трубок с внешним диаметром 10–15 нм, длиной 1–15 мкм со средней плотностью 50–150 кг/м³ [5].

Гранулы, включающие многослойные углеродные нанотрубки, предварительно обрабатывались в ультразвуковом диспергаторе с добавлением жидкого пластификатора СП-1. Применение ультразвукового диспергатора с кавитационным эффектом позволяет разделить исходные нанотрубки на фрагменты со средним размером частиц 180 нм (рис. 1, б), которые создают устойчивую дисперсию взвешенных в воде частиц.

Использование для затворения ангидритового вяжущего полученной дисперсии коренным образом изменяет механизм кристаллизации за счет структурной организации новообразований в твердеющей ангидритовой матрице. Отсутствие модифицирующих нанодисперсных добавок в составе гидратирующей ангидритовой матрицы сопровождается кристаллизацией двуводного гипса с формированием традиционных по форме крупных пластинчатых кристаллов (рис. 2, а). Уже на ранней стадии гидратации ангидрита наблюдается ускорение кристаллизации гипса на поверхности нанодисперсных частиц с формированием кристаллов различной морфологии (рис. 2, б).

Введение углеродных наносистем способствует структурированию воды с изменением водородного показателя среды [6]. Для усиления эффекта влияния pH среды на

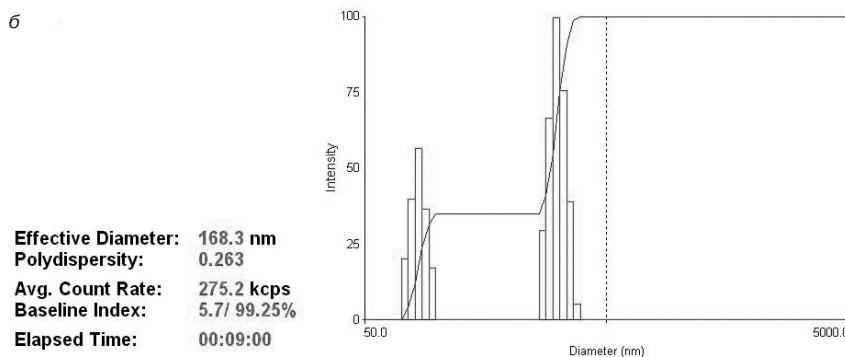
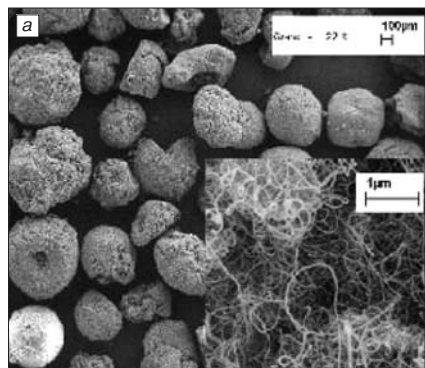


Рис. 1. Общий вид нанотрубок Graphistrength™ [5]; а — распределение по размерам после диспергации в ультразвуковом поле б

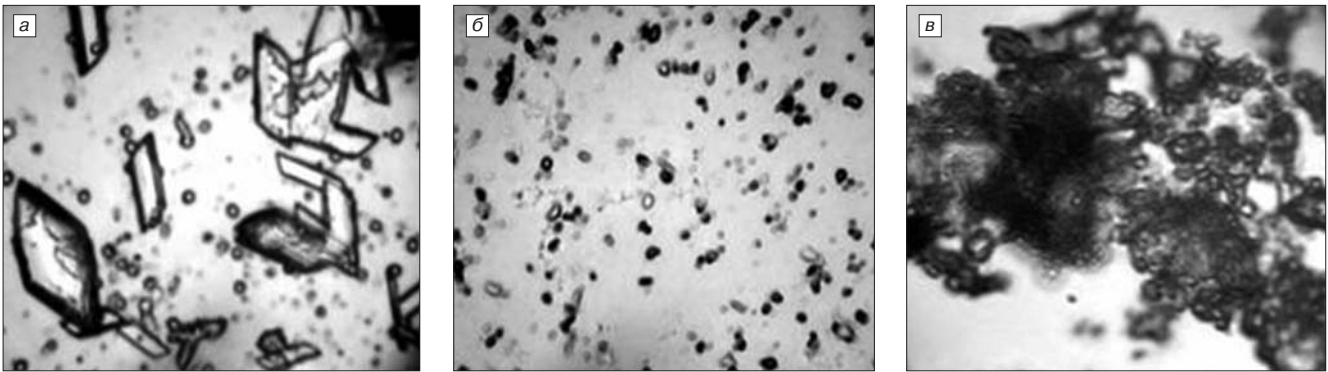


Рис. 2. Микроструктура кристаллов гипса при 400-кратном увеличении: а – без нанодисперсных добавок; структурирование кристаллов по поверхности диспергированных углеродных нанотрубок Graphistrength™; б – на начальном этапе гидратации; в – в конце гидратации при значении pH = 10,85

структуру кристаллогидратных новообразований использовалась ионизированная вода с водородным показателем среды 10,85, получаемая на установке для электролиза воды. Введение углеродных нанотрубок, диспергированных в ультразвуковом поле, приводило к образованию мелкокристаллической структуры по поверхности нанотрубок (рис. 2, в).

Морфология новообразований существенным образом влияет на конечную структуру кристаллогидратных новообразований. Как видно на рис. 3, а, без введения модифицирующей добавки образуется слабосвязанная структура кристаллов с большим количеством микропор.

Введение углеродных нанотрубок в ангидритовую матрицу приводит к формированию новообразо-

ваний протяженных упорядоченных структур с плотной упаковкой кристаллогидратов (рис. 3, б).

Наличие подобной структуры в ангидритовой матрице приводит к существенному повышению прочности затвердевшего материала. Как видно из рис. 4, оптимальное содержание углеродных нанотрубок при этом составляет 0,0024% от массы исходного ангидрита. В сравнении с контрольным образцом отмечается 3-кратное увеличение прочности при сжатии.

В работе [7] приводятся данные, подтверждающие влияние изменения морфологии на прочность и водостойкость изделий на основе ангидритовых и гипсовых вяжущих.

Таким образом, анализ структуры модифицированной углеродными нанотрубками ангидритовой вя-

жущей матрицы показал интенсификацию процессов гидрато- и структурообразования ангидритового вяжущего, формирование структуры ангидритового вяжущего с образованием упорядоченных структур с плотной упаковкой кристаллогидратов, обладающих повышенной плотностью и прочностью.

Список литературы

1. Kudyakow A., Anikanowa L. Fluorahydratbindemittel für die Herstellung von Baumaterialien // In 14. Internationale Baustofftagung «Ibausil». Tagungsbericht-Band 1. Weimar, 2000. S. 269–275.
2. Jakowlew, G.; Lasis, A.; Kolodov, V.; Rats, Y. Strukturmit der ionisiertem Wasser angemachten Gipsashekompositionen / 13 Internationale Baustofftagung 2, Weimar, 1997. S. 461–468.
3. Ферронская А.В. Долговечность гипсовых материалов, изделий и конструкций. М. Стройиздат, 1984. 257 с.
4. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Крутиков В.А., Макарова И.С., Керене Я., Фишер Х.-Б., Бурьянов А.Ф. Газобетон на основе фторангидрита, модифицированный углеродными наноструктурами // Строит. материалы. 2008. № 3. С. 70–72.
5. Bordere S., Corpart J.M., Bounia NE. El, Gaillard P., Passade-Boupat N., Piccione P.M., Plée D. Industrial production and applications of carbon nanotubes/ Arkema, Groupement de Recherches de Lacq, www.graphistrength.com.
6. Староверов В.Д. Структура и свойства наномодифицированного цементного камня. Автореф. дис. канд. техн. наук. СПб., 2009.
7. Sergejus Gaiducis, Romualdas Maciulaitis, Antanas Kaminskas Eco-balance features and significance of hemihydrate phosphogypsum reprocessing into gypsum binding materials / Journal of civil engineering and management № 15(2), 2009. S. 205–213.

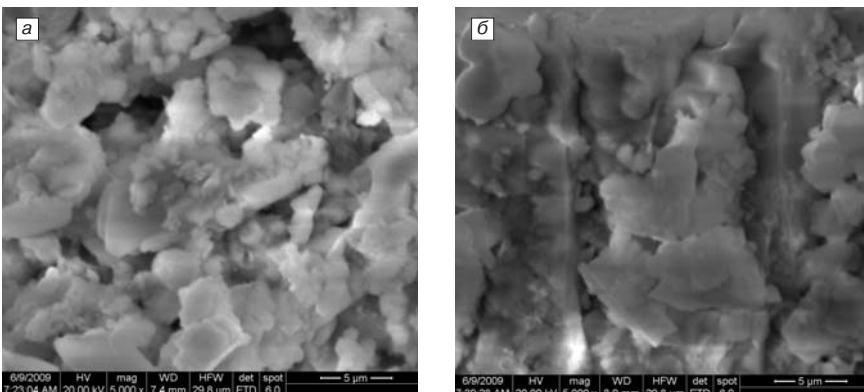


Рис. 3. Микроструктура ангидритовой матрицы: а – без модифицирующих углеродных нанотрубок; б – с применением диспергированных углеродных нанотрубок Graphistrength™

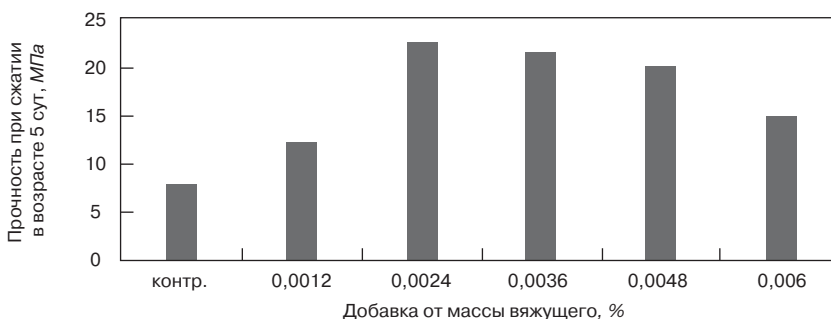


Рис. 4. Зависимость прочности при сжатии ангидритовой матрицы от содержания углеродных нанотрубок в возрасте 5 сут

Р.Н. МИРСАЕВ, канд. техн. наук, В.В. БАБКОВ, И.В. НЕДОСЕКО, доктора техн. наук, С.С. ЮНУСОВА, канд. техн. наук, И.И. АХМАДУЛИНА, инженер, Уфимский государственный нефтяной технический университет;
У.Ш. ШАЯХМЕТОВ, д-р техн. наук ГУП БашНИИстрой (Уфа)

Структурообразование и твердение прессованных композиций на основе дигидрата сульфата кальция

Увеличение масштабов жилищного строительства, особенно объектов малой и средней этажности, невозможно без расширения производства гипсовых строительных материалов различного назначения, из которых наиболее массовыми и востребованными являются стеновые и перегородочные изделия. Однако используемые до настоящего времени технологии производства данных изделий и применяемое оборудование, как правило, на литьевой основе существенно устарели и не отвечают современным требованиям как по производительности, так и по себестоимости выпускаемой продукции. При производстве аналогичных бетонных и силикатных стеновых изделий в последние десятилетия успешно используется высокопроизводительное прессовое и вибропрессовое оборудование отечественного и зарубежного производства, которое помимо высокой производительности обеспечивает также значительное снижение удельного расхода вяжущих – цемента и извести, что обеспечивает низкую стоимость и высокую конкурентоспособность. Поэтому представляется логичным использовать подобные технологии для массового производства гипсовых стеновых изделий, однако в силу определенных причин вопросы структурообразования и твердения прессованных гипсовых изделий остаются недостаточно изученными.

Современные представления о механизме твердения вяжущих веществ, берущие начало в работах П.А. Ребиндера, развивались в последние десятилетия в работах А.Ф. Полака, В.В. Бабкова, В.Б. Ратинова, М.М. Сычева, А.В. Волженского, И.М. Ляшкевича и др. Теоретические разработки и экспериментальные исследования показали, что возникновение кристаллизационной структуры может происходить при выполнении следующих условий. Во-первых, частицы дисперсной фазы должны находиться на достаточно малом расстоянии h_k , при котором возможно образование кристаллизационных контактов между ними (рис. 1, а). Во-вторых, концентрация растворенного вещества в дисперсной среде должна быть больше растворимости гидрата, то есть система должна быть метастабильной.

Чем выше пересыщение раствора, тем больше может быть расстояние между срастающимися частицами гидрата, при котором возможно образование кристаллизационной структуры. Расстояние между частицами h_k , обеспечивающее формирование кристаллизационных контактов по А.Ф. Полаку [1], равно:

$$h_k = 0,5\delta_0 \left[\frac{\ln \alpha}{\ln \alpha^*} + \sqrt{\left(\frac{\ln \alpha}{\ln \alpha^*}\right)^2 + \frac{4\varphi \cdot (1-\chi)}{kT \cdot \ln \alpha^*}} \right], \quad (1)$$

где δ_0 – межмолекулярное расстояние; α – степень пересыщения раствора ($\alpha=c/c_\infty$); α^* – степень пересыщения, при которой возможно возникновение двумерных зародышей роста ($\alpha^* \sim 1,5$); $\varphi=2\delta^2 \cdot \sigma$ – энергия отрыва; χ – коэффициент физико-химической неоднородности.

Понятие физико-химической неоднородности введено А.Ф. Полаком для характеристики средства образующихся зародышей и подложки, которая может быть количественно оценена коэффициентом χ . Величина χ изменяется в пределах от 0 до 2. Значение $\chi=0$ соответствует идентичности новообразования и подложки. При $\chi=2$ между зародышем и подложкой никаких связей не возникает, и физико-химическая неоднородность достигает своего максимального значения.

Обычными технологическими приемами, в частности при литьевой технологии, сблизить частицы дигидрата гипса до требуемого расстояния не удается, поэтому разрабатываются специальные способы формирования таких систем. Разработана технология получения облицовочных плит из двуводного гипса путем прессования водных паст с одновременным отводом воды [2]. Дальнейшие исследования позволили успешно применить данный технологический прием для получения изделий из фосогипса без предварительной переработки его в вяжущее. Однако широкое внедрение такого способа получения изделий сдерживается трудностями, связанными с необходимостью удаления из системы излишней воды, то есть применением специальных сложных форм с фильтрующим устройством и приспособлениями, образованием отходов (фильтрат, содержащий мельчай-

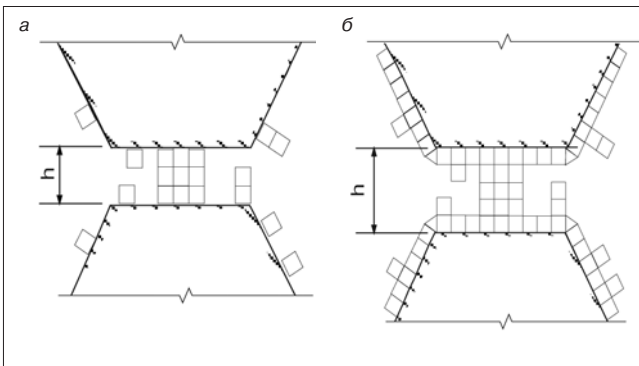


Рис. 1. Механизм срастания кристаллов при: а – $h \leq 3\delta_0$; б – $h > 3\delta_0$

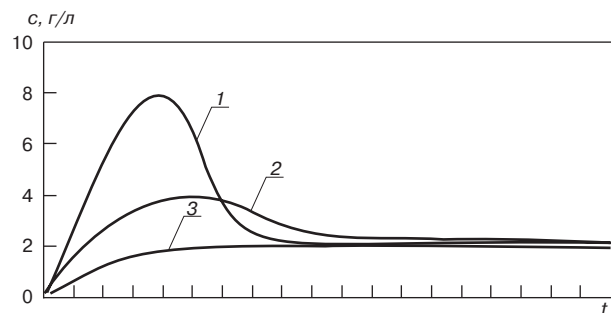


Рис. 2. Изменение во времени концентрации CaSO_4 в растворе: 1 – для полуводного гипса; 2 – для комбинированной системы; 3 – для двуводного гипса

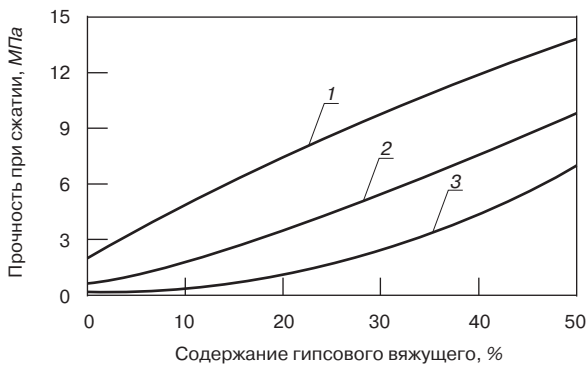


Рис. 3. Предел прочности при сжатии образцов различного состава в зависимости от содержания вяжущего в возрасте 1 сут: 1 – гипсовое вяжущее – двуводный гипс; 2 – гипсовое вяжущее – доломитовая мука; 3 – гипсовое вяжущее – кварцевый песок

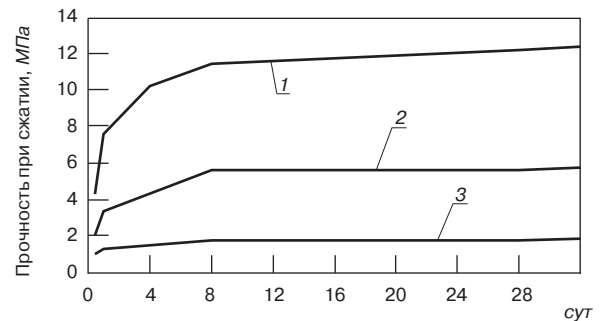


Рис. 4. Изменение прочности во времени прессованных образцов различного состава при содержании гипсового вяжущего 20%: 1 – гипсовое вяжущее – двуводный гипс; 2 – гипсовое вяжущее – доломитовая мука; 3 – гипсовое вяжущее – кварцевый песок

шие частицы гипса; сменный фильтрующий материал).

При прессовании полусухих смесей сблизить частицы двуводного гипса на расстояние, необходимое для образования кристаллизационной структуры, не удается, что обусловлено низким водосодержанием смеси и невысоким давлением прессования. Следовательно, для таких систем необходимо повысить пересыщение жидкой фазы относительно двуводного гипса, то есть выполнить второе условие возникновения структуры. Этого можно достичь введением в систему некоторого количества полуводного гипса.

Рассмотрим механизм твердения композиции, твердая фаза которой состоит из двуводного (ДГ) и полуводного (ПГ) гипса. При затворении водой ПГ начинает интенсивно растворяться, и в системе быстро создается пересыщение относительно ДГ. В комбинированной гипсовой системе подложкой может служить поверхность частиц двуводного гипса (χ близко к 0), что обуславливает возможность образования двумерных зародышей гидрата на поверхности ДГ. Вследствие этого процесса происходит обрастание исходных кристаллов ДГ, что приводит к уменьшению расстояния между ними (рис. 1, б). При уменьшении зазора между частицами до критического размера ($h \sim 3\delta_0$) возникают контакты срастания, и образуется пространственная кристаллизационная структура.

Однако пространственная структура может не возникнуть, если начальное расстояние между частицами ДГ слишком велико, то есть исходная смесь недостаточно уплотнена и количество вяжущего ПГ недостаточно для того, чтобы при его гидратации зазор между кристаллами ДГ уменьшился до критического.

После окончания процесса гидратации ПГ наступает вторая стадия твердения системы. К этому моменту времени сформировалась первичная пространственная структура, обладающая некоторой начальной проч-

ностью. В системе также имеются частицы исходного ДГ, не связанные в структуру. Поскольку предварительной обработке порошок ДГ не подвергался, частицы в соответствии с законом нормального распределения случайных величин имеют различные размеры достаточно широкого спектра от крупных до весьма мелких. В присутствии жидкой фазы частицы более тонких фракций согласно Г. Хьюлетту и В. Оствальду менее устойчивы, чем крупной. Они постепенно растворяются, а крупные частицы растут за счет вещества тонкой фракции. Происходит упрочнение существующей первичной структуры, а также возможно возникновение контактов кристаллизации между несвязанными кристаллами. В отличие от формирования первичной структуры, которая возникает в первые часы твердения, вторая стадия процесса протекает медленно в течение нескольких месяцев или лет в зависимости от условий твердения системы.

Процесс твердения комбинированной гипсовой системы и его кинетика (с использованием известной формулы А.Н. Щукарева и механизма растворения и роста частиц по Г. Хьюлетту) может быть описана следующим образом [3]:

$$-dz = K_z E_z S_z z_0 (z/z_0)^{2/3} (c_z - c) dt; \quad (2)$$

$$dy = K_y E_y S_y y_0 (y/y_0)^{2/3} (c - c_y) dt; \quad (3)$$

$$-dx = K_x E_x S_x x_0 (x/x_0)^{2/3} (c_x - c) dt, \quad (4)$$

где x, y, z – текущее содержание двуводного гипса мелкой (x) и крупной (y) фракций, полуводного гипса (z), г/см³; K_x, K_y, K_z – константы скоростей процессов, см/с; c_x, c_y, c_z – концентрации раствора на поверхности фаз, г/см³; S_x, S_y, S_z – исходные удельные поверхности фаз, см²/г; x_0, y_0, z_0 –

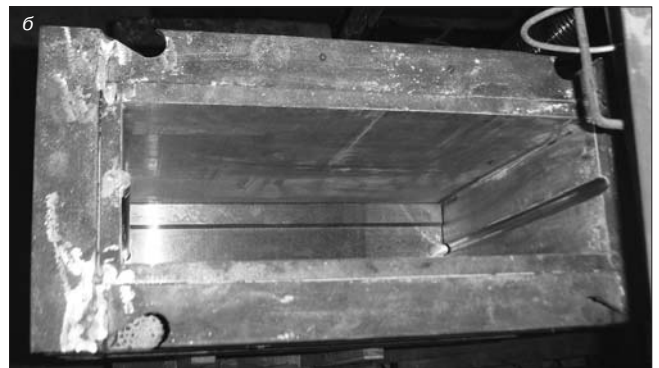


Рис. 5. Пресс-формы для изготовления гипсовых перегородочных изделий 120×190×590 мм: а – в сборе; б – вид сверху



Рис. 6. Стеновые и перегородочные прессованные гипсовые изделия

исходное содержание двуводного (x_0 , y_0) и полуводного гипса (z_0) в начале процесса, g/cm^3 ; $E_i(i=x, y, z) = \exp [A_i(1-Q_0/Q)]$ — фактор, отражающий влияние температуры на скорости процессов в системе, kJ/mol ; A_x, A_y, A_z — значения безразмерной энергии активации процессов растворения и роста; Q_0, Q — условная и фактическая температура системы, K ; t — время, s .

Из уравнений следует, что скорость процессов растворения и роста элементов рассматриваемой системы зависит от исходной концентрации вещества, удельной поверхности, константы скорости процесса и градиента концентрации раствора на поверхности частиц и в объеме раствора. Таким образом, при прочих равных условиях процесс твердения характеризуется изменением концентрации вещества в объеме раствора. Кривая изменения концентрации вещества в объеме раствора с учетом механизма растворения частиц показана на рис. 2.

После затворения вяжущего водой концентрация вещества в растворе быстро возрастает до значения, при котором возможно образование устойчивых зародышей новой фазы. Данная концентрация поддерживается в течение определенного момента времени растворением новых порций вяжущего. После полного растворения вяжущего концентрация по мере гидратации снижается и приближается к значению растворимости гидрата при данной температуре, процесс гидратации завершается. Так как растворимость ДГ зависит от его удельной поверхности и растворимость тонкой фракции ДГ может достигать высоких значений (в зависимости от размера частиц $c_x = k(a_x \cdot c_y)$), одновременно с процессом гидратации может протекать процесс перекристаллизации тонкой фракции ДГ. После окончания процесса гидратации гипсового вяжущего процесс перекристаллизации продолжается в течение длительного времени.

Для проверки предлагаемого механизма твердения системы, состоящей из смеси двуводного (ДГ) и полуводного гипса (ПГ), были выполнены следующие экспериментальные работы [4]. Процесс образования первичной структуры и влияние на него двуводного гипса изучали путем формования и испытания образцов различного состава. Изготавливали три серии образцов: а) гипсовое вяжущее Г-4-Б-П — двуводный гипс ($S_{уд} \approx 3000 \text{ см}^2/g$); б) гипсовое вяжущее Г-4-Б-П — доломитовая мука ($S_{уд} \approx 2600 \text{ см}^2/g$); в) гипсовое вяжущее Г-4-Б-П — вольский песок. Содержание ПГ изменялось от 0 до 50%; В/Г — от 0,22 до 0,17. Образцы цилиндрической формы прессовали под давлением 20 МПа в течение 30 с и испытывали на прочность при сжатии в возрасте 1 сут твердения при $\phi = 60 \pm 10\%$ и $t = 20 \pm 2^\circ C$. Результаты экспериментальных исследований образцов на прочность представлены на рис. 3.



Рис. 7. Установка для прессования изделия гипсовых блоков на базе ПК-250

Как видно из рисунка, двуводный гипс принимает активное участие в формировании первичной структуры. При наличии в системе ДГ пространственная кристаллизационная структура с достаточно высокой прочностью образуется даже при небольшом содержании ПГ (не более 10%). При таких же условиях, если вместо двуводного гипса в смесь вводится доломитовая мука, прочность полученного материала \sim в 2,5 раза ниже, а для состава с песком близка к нулю. Это достаточно ярко иллюстрирует важность идентичности подложки и образующихся зародышей гидрата. Если в систему вводится двуводный гипс, то величина χ близка к 0 и на его поверхности легко образуются зародыши гидрата. Затем происходит срастание отдельных кристаллов дигидрата сульфата кальция и образуется первичная структура.

При замещении двуводного гипса кварцевым песком коэффициент $\chi \sim 2$. В этом случае в результате гидратации ПГ могут образовываться только трехмерные зародыши, поскольку свойства поверхности песка резко отличаются от свойств поверхности новообразований. В случае использования доломитовой муки $2 > \chi > 1$ на поверхности его частиц образуются преимущественно квазитрехмерные зародыши. В результате частицы песка и доломита не могут встраиваться в пространственную структуру, а для ее образования необходимо значительно больше вяжущего вещества. Как следует из экспериментов, для получения равнопрочной структуры материала при использовании вместо двуводного гипса доломитовой муки или песка необходимо увеличить содержание вяжущего в 2 раза и более.

Результаты испытания образцов на водостойкость также подтверждают выдвинутые положения. Образцы на основе двуводного гипса находятся в воде без видимых признаков разрушения при содержании гипсового вяжущего в составе смеси, равном 5%. Образцы, в которых использовался кварцевый песок, разрушаются после погружения в воду даже при содержании гипсового вяжущего 10%, для образцов с доломитом показатели несколько лучше.

Для изучения второй стадии процесса (негидратационного твердения) затвердевшие образцы хранились в течение месяца при $t = 20 \pm 2^\circ C$ и относительной влажности атмосферы $\phi = 60 \pm 10\%$. Кинетика изменения прочности образцов при сжатии приведена на рис. 4.

Из результатов экспериментов следует, что прочность затвердевших образцов продолжает увеличиваться, хотя процесс гидратации вяжущего закончился в первые сутки твердения. В течение времени хранения образцов с 7 до 28 сут прочность образцов состава ДГ:ПГ = 80:20 увеличивается на 8–10%.

Параллельно выполненные испытания образцов с песком и доломитом показали, что их прочность не из-

менилась и осталась равной прочности образцов в возрасте 7 сут. Некоторое повышение прочности в течение первых 7 сут объясняется высыханием образцов до равновесного состояния.

Данные эксперименты легли в основу разработанного способа получения мелкоштучных стеновых и перегородочных изделий, который был апробирован в лабораторных и опытно-промышленных условиях (рис. 5, 6, 7). Гипсовый кирпич размером 250×120×65 мм, а также полнотелый перегородочный блок 120×190×590 мм имеют прочность при сжатии 10,5 МПа (М100), плотность в сухом состоянии 1,65 г/см³; гипсовый камень (стеновой блок) размером 250×120×138 мм с пустотностью около 30% – 5,4 МПа (М50), среднюю плотность в сухом состоянии – 1,16 г/см³. Прочность стенового камня при сжатии непосредственно после прессования составляет не менее 1,1 МПа.

Предложенная технология получения гипсовых стеновых изделий может быть использована на простаивающих технологических линиях производства силикатного кирпича, а также по упрощенной схеме на серийных установках для формования грунтоблоков (рис. 7). При этом производство изделий по обеим схемам включает в себя дозирование исходных компонентов (двуводный гипс или гипсодержащий отход, гипсовое вяжущее, замедлитель твердения вяжущего), приготовление формовочной смеси и формование изделий в пресс-формах под давлением. К несомненным достоинствам предложенной технологии полусухого прессования гипсовых изделий прежде всего следует отнести существенное (более чем в два раза) снижение удельно-

го расхода самого дорогостоящего компонента – гипсового вяжущего, высокую производительность оборудования, а также, что немаловажно для производства работ по возведению стен и перегородок, обеспечение точных размеров изделий и возможность устройства пазогребневых соединений.

В целом стеновые материалы, изготовленные из безобжигового двуводного гипса и гипсового вяжущего по разработанной технологии, имеют невысокую среднюю плотность и достаточную прочность для применения их в малоэтажном строительстве при возведении самонесущих стен и перегородок. При защите гипсовых изделий от увлажнения их также можно применять и в несущих конструкциях наружных стен.

Список литературы

1. *Полак А.Ф., Бабков В.В., Андреева Е.П.* Твердение минеральных вяжущих веществ. Уфа: Башкнигоиздат, 1990, 215 с.
2. *Полак А.Ф., Бабков В.В., Капитонов С.М., Анваров Р.А.* Структурообразование и прочность водовяжущих комбинированных гипсовых систем // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. 1991. № 8.
3. *Мирсаев Р.Н., Бабков В.В., Юнусова С.С., Недосеко И.В.* Фосфогипсовые отходы химической промышленности в производстве стеновых изделий. М.: Химия, 2004. 173 с.
4. *Мирсаев Р.Н., Бабков В.В., Недосеко И.В., Печенкина Т.В.* Опыт производства и эксплуатации гипсовых стеновых изделий. //Строит. материалы. 2008. № 3. С. 78–81.



**БЕЛГОРОДСКАЯ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ
ПАЛАТА**
➤ **БЕЛЭКСПОЦЕНТР**




5-7 августа 2009 г.
**В БЕЛГОРОДСКИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ**



*Межрегиональная
специализированная
выставка*

**СОВРЕМЕННЫЙ ГОРОД
СТРОЙИНДУСТРИЯ**

Т./ф.: (4722) 58-29-51, 58-29-66, 58-29-41
E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru
г. Белгород, ул. Победы, 147-а



ООО «Глобус»
Общество с ограниченной ответственностью

**Производит гипсовые мелкоштучные
стеновые и перегородочные изделия
по технологии полусухого прессования.**

Накоплен значительный опыт в строительстве
жилых и общественных зданий

Выполняет функции генподрядчика при стро-
ительстве, реконструкции и капитальном ре-
монте:

- жилых домов различной этажности
- зданий социально-культурного назначения
- гражданского и административного назначения

452920, г.Уфа, ул. Трамвайная, д. 4Б
Тел./факс: (347) 242-07-50

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, канд. техн. наук, В.В. БЕЛОВ, д-р техн. наук,
Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, инженер, Тверской государственный технический университет

Каустифицированные гипсовые системы

Решение проблем ресурсо- и энергосбережения в России требует иного подхода к управлению производством. Традиционные подходы к производству строительных материалов не отвечают современным требованиям по энергоэффективности и нуждаются в инновациях. Мировые тенденции направлены на всемерную экономию энергии, удельная энергоёмкость внутреннего валового продукта в развитых промышленных странах по сравнению с Россией в 4 раза ниже.

Еще более актуальна эта проблема в строительном комплексе, одном из наиболее ресурсо- и энергоёмких. Известно, что производство строительных материалов требует использования больших ресурсов – природного минерального сырья, топлива, биомассы, кислорода и энергии. Переориентация строительной индустрии на использование малоэнергоёмких, малоотходных технологий и местных вяжущих веществ, использующих техногенное сырьё на основе новейших научных разработок, позволит повысить конкурентоспособность на рынке и самих производств, и выпускаемой строительной продукции. По утверждению западных специалистов и опыту некоторых российских предприятий, использование гипса и материалов на его основе повышает эффективность за счет повышения производительности труда, качества и снижения стоимости строительства, так как капиталовложения и металлоёмкость оборудования при его использовании сокращаются в 2–3 раза, а расходы энергоресурсов на производство – в 4–5 раз и более. Поэтому в технически развитых странах производство гипса достигает 20–27% от общего объема производства минеральных вяжущих веществ, и это преимущественно строительный гипс. В России производится только 5% от общего объема минеральных вяжущих веществ.

Сложившееся положение требует расширения номенклатуры производимых гипсовых веществ и материалов, а также внедрения инновационных технологий их получения. Использование гипсосодержащих отходов обеспечивает базу для создания новых материалов на основе современных технологий. Такое направление развития отрасли строительных материалов прогнозировалось в работах А.В. Ферронской [1]. Использование безобжиговой технологии повышает эффективность

получаемых на основе техногенных гипсовых отходов строительных изделий.

Регулирование процессов производства и получения безобжиговых гипсовых вяжущих веществ с заданными свойствами возможно, как и в случае гидратационного твердения, путем введения добавок, влияющих на процессы гидратации и структурообразования гипсовых систем. По данным П.П. Будникова, щелочи по-разному влияют на образование гипсовой структуры. Установлено, что растворы КОН, NaOH, LiOH относятся к ускорителям схватывания полуводного гипса, раствор аммиака относится к группе сильных замедлителей, как и насыщенный раствор извести [2]. Л.А. Кройчук при анализе возможности получения материалов на основе синтетических отходов – фосфогипса установил необходимость обработки двуводного гипса веществами с различными рН, влияющими на его растворимость [3].

Известно использование оксидов и гидроксидов щелочных металлов, преимущественно $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO и NaOH [4], для активации процесса структурообразования в системах на основе полуводного гипса и ангидрида. Однако твердение систем по негидратационной схеме имеет существенные отличия ввиду отсутствия стадии гидратации. Основной стадией в процессе твердения в этом случае является стадия конденсации.

С целью повышения качества безобжиговых материалов и изделий в работе исследовалась роль щелочности среды и вида применяемой щелочной добавки на процессы структурообразования систем негидратационного твердения на основе двуводного гипса. Для экспериментов были использованы отходы керамического производства Тверской области. В качестве щелочной добавки применялись растворы $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH и КОН.

Ввиду того, что гипсосодержащий отход представляет собой крупнокусковой материал, порошок двуводного техногенного гипса получали путем измельчения отработанных форм для литья Конаковского фаянсового завода на щековой дробилке до прохождения через сито № 5 и последующего помола в лабораторной шаровой мельнице. Оптимальный состав бинарной сырьевой смеси порошков двуводного техногенного гипса подбирался по растворимости [5]. Затворяли сухие смеси по-

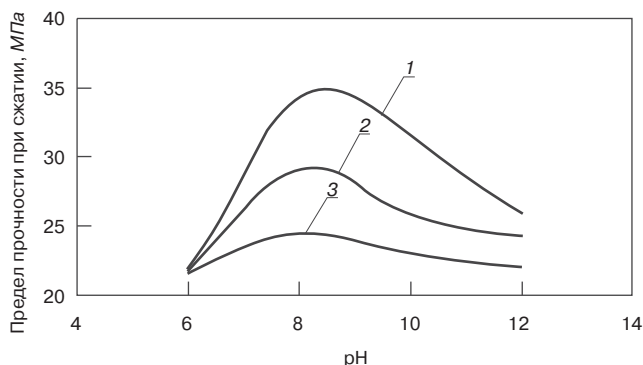


Рис. 1. Зависимость прочности гипсовых прессованных образцов от значения pH и вида каустификатора: 1 – КОН; 2 – NaOH; 3 – $\text{Ca}(\text{OH})_2$

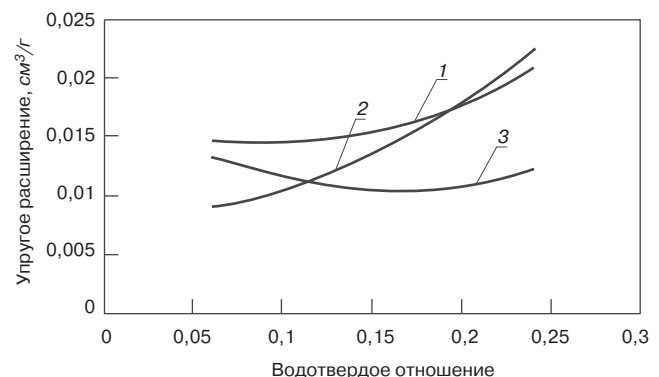


Рис. 2. Зависимость упругого расширения гипсового пресс-порошка, уплотненного с использованием прибора ПОФС-1, от водотвердого отношения при различных значениях щелочности среды: 1 – pH=10; 2 – pH=8; 3 – pH=12

рошков двуводного гипса щелочными растворами $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH и KOH с $\text{pH}=6, 8, 10, 12$. Щелочность, характеризуемую величиной pH , контролировали с помощью стандартных индикаторов.

Оценку прочности сухих прессованных образцов производили на гидравлическом прессе после 7 сут твердения. Оценку совместного влияния каустификации и водотвердого отношения на процесс уплотнения смеси на основе двуводного гипса производили по критерию упругого расширения материала после снятия давления, которое находилось аналитическим путем [6, 7].

Результаты исследований влияния вида щелочи и щелочности среды на прочность прессованных образцов на основе техногенного двуводного гипса — отхода форм Конаковского фаянсового завода показывают, что введение добавки щелочи повышает прочность прессованного материала на основе двуводного гипса независимо от ее вида (рис. 1). Однако эффективность в ряду щелочей KOH , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ снижается. Повышению прочности в структуре негидратационного твердения способствует присутствие ионов щелочи. Поляризация под действием щелочи молекул воды, входящей в слоистую структуру кристаллической решетки гипса, упрочняет связь между слоями. Известно, что способность к поляризации иона калия больше, чем ионов натрия и кальция, что влечет за собой увеличение прочности связи вследствие повышения поляриности воды.

Образцы с добавкой KOH имели наибольшую прочность при всех исследованных значениях pH среды затворения. При этом необходимо отметить, что влияние на прочность оказывает величина pH среды. Максимальную прочность имели образцы, затворенные щелочью KOH при $\text{pH} = 8$. Она составила 34,43 МПа. Для всех видов каустификаторов, используемых в исследованиях, характер зависимости прочности от величины pH сохраняется.

Оптимальное значение pH для всех используемых щелочей оставалось постоянным, что объясняется повышением ионности связи $\text{Ca}-\text{O}$ в кристаллической решетке двуводного гипса, а это приводит к снижению прочности образующейся структуры.

Изучение деформативных характеристик гипсовых порошковых смесей (по величинам обратной средней плотности, коэффициента уплотнения и упругого расширения) нормируемого зернового состава проводилось с использованием щелочи KOH как наиболее перспективной. Результаты, полученные при исследовании формовочных свойств (рис. 2) сырьевых смесей с добавкой каустификатора, подтверждают выводы о влиянии щелочности среды и вида применяемой щелочи на формирование гипсовых систем негидратационного твердения. Установлено, что введение добавки KOH улучшает прессуемость гипсовых порошков.

Наименьшее значение упругого расширения, полученное в эксперименте, соответствует оптимальному (по прочности) значению щелочности.

Минимальное упругое расширение, а значит, оптимальная щелочность соответствует минимальному разуплотнению, а следовательно, наименьшему разрушению первичных кристаллизационных контактов, образующихся в процессе полусухого прессования, что является следствием повышения прочности индивидуального контакта. Количество образующихся контактов определяет начальную прочность гипсовой структуры негидратационного твердения, которая повышается в дальнейшем в результате увеличения площади контактов при твердении.

Таким образом, установлена роль каустификатора в процессе структурообразования безобжиговых гипсовых материалов. Введение щелочной добавки позволяет повысить прочность индивидуальных контактов

в образующейся структуре гипсового камня негидратационного твердения. Использование щелочи KOH позволяет получать гипсовые материалы высокого качества с улучшенными технологическими и физико-механическими характеристиками по упрощенной технологии.

Список литературы

1. Ферронская А.В. Перспективы производства и применения гипсовых материалов в XXI веке // Материалы II Всероссийского семинара с международным участием «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». 2–4 июня 2004 г. Уфа. С. 11.
2. Будников, П.П. Гипс, его исследование и применение. М.: Стройиздат, 1943. 375 с.
3. Кройчук Л.А. Ведущие мировые производители гипсовых изделий // Строит. материалы. 2005. № 9. С. 45.
4. EP 1674436 (A1) Mixture of siloxanes functionalized with glycols/WACKER CHEMIE AG [DE] 2006-06-28.
5. Петропавловская В.Б., Бурьянов А.Ф., Новиченкова Т.Б. Малоэнергоемкие гипсовые материалы и изделия на основе отходов промышленности // Строит. материалы. 2006. № 7. С. 8–9.
6. А. с. 1627891 СССР. Способ определения формовочных свойств керамических порошков / Берней И.И., Белов В.В.; заявитель Калининский политехн. ин-т. № 4491847; заявл. 10.10.1988; зарегистр. 15.10.1990.
7. А. с. 1430834 СССР. Устройство для определения формовочных свойств керамических порошков / Берней И.И., Белов В.В.; заявитель Калининский политехн. ин-т. № 4491847; заявл. 25.07.1986; зарегистр. 15.06.1988.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА



на журнал «Строительные материалы»®

Актуальная информация для всех работников строительного комплекса



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

Х. ВЕТЕГРОВЕ, руководитель направления гипсовых технологий компании Claudius Peters Projects GmbH (Германия)

Оборудование компании Claudius Peters для гипсовой промышленности

Компания Claudius Peters известна во всем мире как поставщик ключевых технологий для производства гипсовых вяжущих от складской техники для исходного сырья до всемирно известных кальцинирующих мельниц типа EM, а также оборудования в области пневматической транспортировки, силосов, смешивания, упаковочных и отгрузочных систем. Поставка может осуществляться как в виде отдельных элементов, так и проектов «под ключ».

Продукция компании Claudius Peters для гипсовой промышленности:

- вертикальная тарельчато-шаровая мельница Claudius Peters для одновременного помола, сушки, кальцинации и сепарации гипса;
- гипсоварочные котлы;
- кальцинатор высокотемпературного обжига (для получения многофазного гипса);
- горизонтальная ударная мельница для деагломерации и кальцинации синтетического гипса;
- гомогенизатор Claudius Peters;
- охладители гипса барабанного и пневматического типов;
- силосное оборудование;
- штабелеукладчики и штабелеразборщики для усреднения исходного сырья;
- пневмотранспорт гипса (пневмовинтовые и камерные насосы, эйрлифты, струйные насосы, аэрожелоба);
- оборудование для производства сухих смесей;
- системы упаковки гипса в мешки и укладки мешков на паллеты.

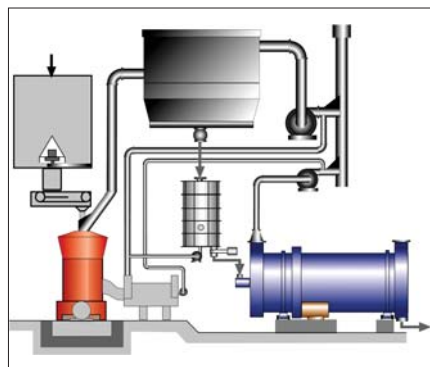


Рис. 1. Технологическая схема цеха кальцинации гипса с участием мельницы EM

Вертикальная тарельчато-шаровая мельница EM Claudius Peters для кальцинации (обжига) гипса

Из бункера сырьевой гипсовый камень поступает в цепной скребковый питатель Claudius Peters, позволяющий равномерно подавать материал в систему помола и кальцинации (рис. 1). Равномерное непрерывное питание необходимо для строгого контроля параметров системы и производства гипса однородного качества. Желаемая производительность питателя и тем самым мельницы устанавливается с помощью преобразователя частоты, изменяющего скорость цепей. Питатель полностью герметичен и обеспечивает минимум подсоса воздуха в контур помола и кальцинации.

Материал подается в мельницу сбоку через загрузочный желоб и попадает в центр нижней тарелки, которая приводится в движение редуктором мельницы (рис. 2). Под действием центробежной силы гипс равномерно распределяется под мелющими шарами и выводится из зоны помола через внешний край нижней мелющей тарелки, где вовлекается в поток горячего газа с температурой до 620°C, поступающий из генератора и поднимающийся снизу вверх к сепаратору. Равномерное распределение материала по периметру нижнего мелющего кольца, а также оптимальное распределение горячего газа благодаря особому способу подачи воздуха в сопло обеспечивают равномерную сушку и обжиг гипса. До поступления в сепаратор частицы крупного размера

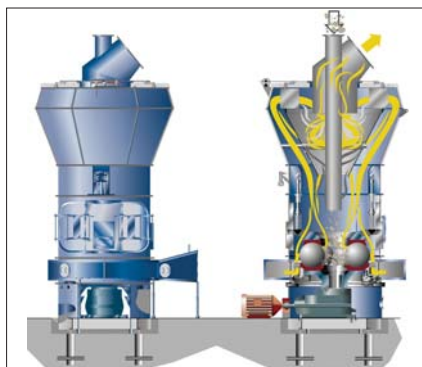


Рис. 2. Вертикальная тарельчато-шаровая мельница EM

оседают в зоне помола благодаря гравитационной силе. Оставшиеся частицы поступают в сепаратор (статический или динамический), где происходит процесс разделения материала. Функция сепаратора заключается в отделении максимального количества частиц, не достигших заданной тонкости помола.

Материал, измельченный до заданной тонкости помола, выносится из мельницы с потоком горячего газа. Конечный продукт отделяется от газового потока в пылеуловителе. Система работает в замкнутом контуре, то есть значительная часть горячего воздуха, использованного для кальцинации, очищается и рециркулирует вместе с горячими газами газогенератора в мельницу. Гипсовое вяжущее, осажденное в пылеуловителе, поступает в гомогенизатор или направляется сразу в систему охлаждения.

Преимущества технологии помола и кальцинации гипса с использованием вертикальной тарельчато-шаровой мельницы Claudius Peters

Энергозатраты

Расход тепловой энергии в процессе помола и кальцинации гипса в тарельчато-шаровых мельницах ниже, поскольку при варке в котлах температура отходящих газов более высокая и тем самым большее количество энергии отводится в атмосферу. Расход электроэнергии также является более низким за счет исключения промежуточных транспортеров. Кроме того при одновременном помоле и кальцинации в мельницах Claudius Peters за счет гидратации частиц гипса помол энергетически облегчается на 10–15%.

Удобство в обслуживании и эксплуатации

В мельницах Claudius Peters измельчение, сушка, сепарация и кальцинирование осуществляются в одном агрегате. Тарельчато-шаровая мельница как центр установки почти не нуждается в техобслуживании, что подтверждает опыт эксплуатации на многих заводах в мире. Проводятся только редкие внутренние профилактические осмотры с заменой масла редуктора. Котел с предварительной системой измельчения и

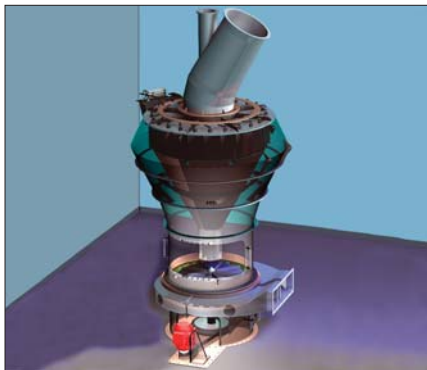


Рис. 3. Горизонтальная ударная мельница

сепарации состоит из существенно большего числа отдельных агрегатов, что повышает затраты на техобслуживание. Обычно для измельчения применяются молотковые мельницы, в которых часто заменяются мелющие элементы, сита и др. При определенном качестве гипсового щебня требуется недельный интервал замены молотков.

В мельнице совместного помола и кальцинирования гипса происходит в основном только износ мелющих элементов, срок службы которых до 8 лет, иногда более, после чего их заменяют с большими монтажными затратами. В гипсоварочных котлах быстрому износу подвержены главным образом цепи мешалки, облицовка и днище котла. Обновление днища котла требует значительных затрат, так как оно является труднодоступным и приварено к котлу.

По тем же причинам (меньшее количество агрегатов) значительно проще также эксплуатация оборудования Claudius Peters для помола и кальциниции. Запуск и остановка касаются меньшего числа машин, могут осуществляться за очень короткое время и быть приспособлены к разным требованиям. Тонкость помола можно изменить с помощью простой регулировки сепаратора. Производительность установки остается постоянной в течение всего срока службы мелющих элементов, так как площадь помола остается постоянной независимо от износа мелющих элементов.

Качество готового гипса

Качество продукта при совместном помоле и кальцинировании в мельницах Claudius Peters является идеальным для изготовления гипсокартонных плит. Постоянство качества готового гипса является при этом решающим фактором. Неоднородные свойства готового гипса при производстве плит трудно корректировать введением добавок. Готовый гипс из установок Claudius Peters соответствует требованиям производства гипсокартонных плит по тонкости помола, срокам схватывания и другим параметрам качества. Установка очень



Рис. 4. Гомогенизатор Claudius Peters

быстро реагирует на изменяющиеся параметры кальцинирования (изменение влажности, чистоты сырья и др.), так как время нахождения материала в установке мало. Свойства продукта можно отрегулировать изменением тонкости помола путем простой регулировки сепаратора.

За более чем 50 лет работы в гипсовой промышленности компания Claudius Peters осуществила поставку более 150 мельниц кальциниции гипса во всем мире таким производителям, как BPP-Saint Gobain, Lafarge, Rigips, Knauf и др., в том числе 11 шт. в Россию, 2 шт. на Украину.

Помимо помола и кальциниции гипса эти вертикальные тарельчато-шаровые мельницы также успешно применяются для помола угля.

Гипсоварочный котел

Гипсоварочный котел Claudius Peters используется для кальциниции тонкомолотого сырьевого гипса с получением строительного гипса высокого качества. Непрямой теплообмен в котле позволяет: проводить кальциниацию при оптимальном времени выдержки и обеспечивать требуемое качество гипса; избежать загрязнения гипса несгоревшими остатками топлива. Кальциниация может осуществляться непрерывно или в периодическом режиме, обеспечивая тем самым максимальную гибкость системы.

Гипсоварочный котел Claudius Peters может использоваться для природного и синтетического гипса и для смеси обоих гипсовых сырьевых материалов. Измельченный

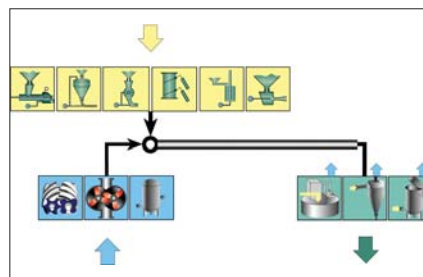


Рис. 6. Принципиальная структура пневмотранспортных систем напорного типа

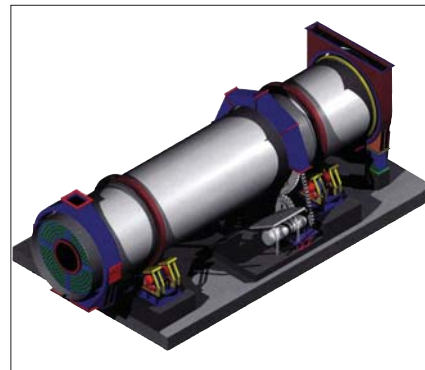


Рис. 5. Барабанный охладитель

сырьевой материал может быть непосредственно направлен в процесс, предварительно высушен или кальцинирован для максимально эффективного использования теплоты. Комбинация мельницы с гипсоварочными котлами позволяет рециркулировать дымовые газы гипсоварочного котла в систему мельницы и снизить тем самым потери теплоты до минимума.

Горизонтальная ударная мельница

Применяется при новом способе производства гипсового вяжущего на основе синтетического гипса, фосфогипса или гипса, полученного, например, в процессе улавливания оксидов серы из дымовых газов (рис. 3).

Синтетический гипс, как правило, достаточно мелкозернистый материал, поэтому для него разработана новая концепция мельницы, сохраняющая преимущества конструкции вертикальной тарельчато-шаровой мельницы, с заменой мелющих шаров и тарелок на дезагломератор. Мощности привода и редуктора для этого дезагломератора будут значительно меньше по сравнению с обычными вертикальными тарельчато-шаровыми мельницами.

Установки, которые планируются для работы как с синтетическим гипсом, так и с природным гипсом, могут конструироваться с самого начала с возможностью замены дезагломератора стандартным внутренним оснащением вертикальной тарельчато-шаровой мельницы Claudius Peters. Существующие вертикальные тарельчато-шаровые мельницы Claudius

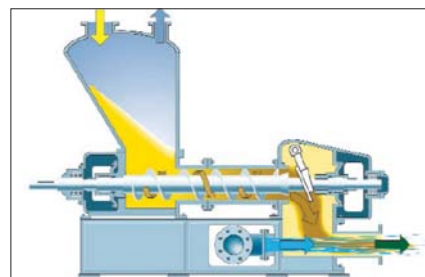


Рис. 7. Пневмовинтовой насос типа X



Рис. 8. Карусельная упаковочная машина с автоматическим мешконасадчиком и кассетным магазином

Peters также могут быть переконструированы и модернизированы для работы с синтетическим гипсом.

Работа горизонтальных ударных мельниц Claudius Peters показала превосходные результаты в отношении эксплуатационных показателей и характеристик продукта. Процесс мгновенного обжига обеспечивает первоначальное термическое расщепление частиц, что позволяет горизонтальной ударной мельнице производить строительный гипс с увеличенной удельной поверхностью по Блейну 7000 см²/г и более. Благодаря высокому уровню чистоты синтетического гипса могут быть достигнуты высокие прочностные характеристики гипсового продукта.

Гомогенизатор Claudius Peters

Это флюидизационный сосуд, в котором гипс обрабатывается влажным горячим воздухом (в основном на основе отходящих газов кальцинирующей установки Claudius Peters), при этом выдерживается температура кальцинации (рис. 4). Благодаря такому процессу стабилизируется качество гипса и сокращается содержание нежелательных фаз (растворимого ангидрита и двуводного гипса).

Технология охлаждения

Охлаждение гипса необходимо для разных технологий дальнейшей переработки, включая производство гипсокартонных листов или упаковку строительного гипса в бумажные мешки. При понижении температуры гипса понижается температура гипсового теста, что приводит к возрастанию прочности при сжатии и улучшению качества гипсокартонных листов. Низкая температура гипсового теста — одно из главных требований производства легковесных гипсокартонных листов.

Барабанный охладитель

Во вращающемся барабанном охладителе происходит не прямой теплообмен через стенки труб между гипсом и воздухом окружающей среды, который проходит по трубкам вращающегося охладителя (рис. 5). Металлические конструкции позволяют охлаждать также высокообжиговый



Рис. 9. Укладчик на поддоны с магазином для пустых поддонов и транспортером мешков

гипс. Проходящий через трубки охладителя и нагревающийся при этом беспыльный воздух может быть использован для других целей, например для подогрева воздуха горения.

Охладитель состоит из горизонтального вращающегося барабана с внутренними трубками. Гипс поступает с одного конца охладителя с помощью шнекового дозатора и перемещается к другому концу благодаря вращению и небольшому углу наклона барабана. Охладитель работает в противотоке, что позволяет добиться максимально эффективного теплообмена. Гипс передает теплоту через стенки трубок охлаждающему воздуху, который полностью изолирован от камеры материала. Вход и выход гипса герметизированы для минимизации проникновения воздуха. Этот тип охладителя может быть использован для производительности оборудования 10–80 т/ч при температуре гипса более 500°С.

Пневматический охладитель

Представляет собой трубу, предназначенную для транспортировки и подъема гипсового вьющегося в силос с надсилосным рукавным фильтром, вентилятор которого просасывает воздух через эту трубу и этот фильтр. При транспортировке воздух прямым контактом охлаждает гипс до желаемой температуры.

Пневмотранспорт

Компания Claudius Peters проектирует и производит пневмотранспортное оборудование как напорного, так и вытяжного типа (рис. 6). Как один из ключевых компонентов наших технологических систем пневмовинтовой насос типа X Claudius Peters уже в течение многих лет надежно работает на заводах наших клиентов по всему миру (рис. 7).

Силосное оборудование

Как один из лидеров в области оборудования для операций с сыпучими порошкообразными материалами компания Claudius Peters известна во всем мире своим многолетним опытом в области силосных технологий. Гипс может храниться в силосах типа СС. Силос хранения СС оборудован



Рис. 10. Отгрузка материала навалом

стандартным аэрируемым днищем, гарантирующим высокую степень разгрузки. Силос главным образом используется для хранения относительно небольших количеств сыпучего материала или материалов, аэрируемость которых ограничена. Этот тип силоса может иметь диаметр до 14 м.

Системы упаковки, укладки на поддоны и отгрузки навалом в вагоны и автоцистерны

Установки затаривания в клапанные бумажные мешки Claudius Peters соответствуют современному уровню развития техники и универсальны (рис. 8). Компания поставляет воздушные и турбинные упаковщики карусельного или рядного типа. Характерными особенностями упаковщиков являются:

- короткое время смены продукта;
- автоматическая регулировка всех параметров;
- легкий доступ и технический уход;
- простое увеличение производительности упаковочного отделения благодаря модульному исполнению.

Claudius Peters также поставляет устройства для укладки на поддоны (рис. 9), а также для обертывания пленкой, надевания на груз чехлов из усачной пленки.

Для беспыльной и управляемой загрузки сыпучих материалов в вагоны и автоцистерны используются стационарные или передвижные загрузочные устройства Claudius Peters (рис. 10).

Claudius Peters Projects GmbH

Schanzenstraße 40
D-21614 Buxtehude Germany
Tel. +49 (0) 4161 706 0
Fax +49 (0) 4161 706 270
henrik.wetegrove@claudiuspeters.com

Представительство Claudius Peters

119313, Москва, Ленинский проспект,
д. 95а, офис 628, 627
Тел.: (495) 936-26-91, 981-15-26,
981-15-27, 936-26-33, (499) 132-48-01
Факс: (495) 936-26-40
walter.telle@claudiuspeters.ru
www.claudiuspeters.com

27-29 october, 2009,
Moscow, «Exposcentre»

27-29 октября 2009 года,
Москва, «Экспоцентр»

Российская неделя **сухих строительных смесей** Russian week of **dry mixtures**

MixBUILD

11th Anniversary International Scientific and Technical Conference
Modern technologies of dry mixtures in construction

11-я Международная научно-техническая конференция
Современные технологии сухих смесей
в строительстве

**ТЕХНО
строй**

6th Moscow International Festival of Building Technologies
Construction materials and technologies

6-й Московский международный фестиваль
Строительные материалы и технологии

EXPO Mix

10th International Specialized Exhibition
Dry mixtures, concrete and mortars

10-я Международная специализированная выставка
Сухие смеси, бетоны, растворы

www.dry-mix.ru

Тел./факсы в Санкт-Петербурге:

(812) 335-09-92, 335-09-91,
380-65-72, 703-71-85

Тел./факсы в Москве:

(495) 580-54-36,
e-mail: info@dry-mix.ru

Tel./fax in Saint-Petersburg:

(812) 335-09-92, 335-09-91,
380-65-72, 703-71-85

Tel./fax in Moscow:

(495) 580-54-36,
e-mail: info@dry-mix.ru



А.В. ВЕДЕНЕЕВ, директор ООО «Тобис» (Самара); Е.В. КОРОБКИН, директор, И.П. МОИСЕЕВ, главный инженер, ООО «Сандинский гипсоперерабатывающий комбинат» (г. Кумертау, Республика Башкортостан)

Производство строительного гипса

Компания «Тобис» занимается разработкой и изготовлением оборудования для производства строительного гипса с 2005 г. Первая установка производства строительного гипса марок Г4–Г7 была запущена в Ульяновской области осенью 2006 г. В дальнейшем технологическая схема установки и оборудование постоянно совершенствовалась и модернизировалась. Запуск установки производства строительного гипса в Казахстане и в Новосибирске в 2007 г. показал, что направления, по которым проводилась модернизация, были выбраны правильно.

В декабре 2008 г. на ООО «Сандинский гипсоперерабатывающий комбинат» (ООО «СГПК») (Республика Башкортостан) введена в эксплуатацию новая установка производства строительного гипса. Ее производительность в периодическом режиме составляет 120 т/сут; в непрерывном режиме – до 170 т/сут.

Компания ООО «САНДИН» с 2003 г. является одним из крупнейших поставщиков гипсового камня для предприятий строительной индустрии, цементной промышленности и сельского хозяйства. В 2007 г. было принято решение о необходимости запуска предприятия для производства гипсового порошка.

В декабре 2008 г. производство было запущено. В настоящее время объемы выпуска гипсового порошка на ООО «СГПК» растут, обрабатываются технологические режимы выпуска продукции для производителей сухих строительных смесей, гипсокартона, пазогребневых блоков. В конце 2009 г. планируется запуск второй технологической установки производства строительного гипса.

Технология производства

Технология производства строительного гипса на базе гипсоварочных котлов состоит из трех основных переделов: дробления исходного сырья; помола и сушки; варки гипсовой мучки в гипсоварочных котлах.

Технологический передел № 1

Гипсовый камень фракции 60–300 мм поступает с помощью фронтального (грейферного) погрузчика и транспортной системы, состоящей из питателей и транспортеров, в шековую дробилку, где дробится до фракции 20–60 мм. Размер фракции регулируется размером выходной щели дробилки. Для изменения производительности питатель снабжен регулируемым приводом и шиберной заслонкой.

Технологический передел № 2

Измельченный материал после прохождения железнодорожителя подается в молотковую аксиальную мельницу, предназначенную для тонкого помола и одновременного подсушивания гипсового щебня, так как в мельнице материал измельчается и нагревается.

Молотковые аксиальные мельницы относятся к группе быстроходных молотковых размольных машин и

состоят из корпуса, ротора с билами, привода и встроенного сепаратора. Подача щебня в мельницу осуществляется по направлению вращения ротора. В результате ударов бил щебень измельчается в порошок. Тонкость помола материала зависит от скорости подачи, объема вентилирующего агента и угла установки лопаток встроенного сепаратора.

В качестве теплоносителя и вентилирующего агента используются отходящие дымовые газы гипсоварочных котлов. Температура дымовых газов при входе в мельницу в зависимости от выбранного теплового режима обжига гипса в котлах может колебаться от 200 до 500°C.

Измельченный, высушенный и отсепарированный до остатка не более 2–10% на сите № 02 гипсовый порошок выносится в пылевоздушном потоке в систему пылеосаждения.

Технологический передел № 3

Варка гипсового порошка происходит в гипсоварочном котле топочными газами с температурой 500–900°C, подаваемыми по наружным каналам созданным футеровкой котла и жаровым трубам. Теплоносителем в этих проходах служат продукты сгорания природного газа (жидкого светлого топлива) в специальной топке. Гипс в варочном котле непосредственно не соприкасается с дымовыми газами, его температура составляет 100–150°C. В процессе варки он интенсивно перемешивается и равномерно нагревается, что обеспечивает получение однородного продукта высокого качества.

Сжигание газообразного (жидкого) топлива происходит в печи обогрева.

Гипсоварочный котел представляет собой вертикальный стальной барабан, оборудованный мешалкой и закрытый сверху крышкой, снабженный патрубками для загрузки порошка и отвода смеси пара с частицами гипса.

Процесс варки гипса сопровождается интенсивным выделением кристаллизационной воды. В этот период



наблюдается кипение гипсового порошка. Из патрубка, расположенного на крышке котла, интенсивно выделяется смесь пара с частицами гипса. Дымовые газы с температурой 200–500°C, не соприкасаясь с материалом, выносятся в молотковую мельницу. Разрежение в дымовых каналах котлов создается за счет дымососа, который одновременно является тяговым агрегатом молотковой сепараторной мельницы. Пары воды и частицы гипса, образованные при дегидратации гипса в котле, а также избыточная пылевоздушная смесь бункера томления удаляются из котла. Полученный в гипсоварочном котле полуводный гипс выгружается в бункер томления.

В отличие от гипса, полученного во вращающихся печах, гипс после гипсоварочных котлов выходит стабильного качества, с высокими прочностными характеристиками.

Физико-химические процессы твердения гипса согласно теории академика А.А. Байкова протекают следующим образом. Полуводный гипс, частично растворяясь в воде, переходит в менее растворимый двухводный гипс и создает перенасыщенный раствор. Ввиду недостатка воды весь гипс перейдет в раствор не может и, гидратируясь, выделяется в виде мелкодисперсной массы, подобной коллоиду. Образовавшийся коллоид быстро кристаллизуется. Выделяющиеся игольчатые кристаллы двухводного гипса, переплетаясь между собой, образуют прочный кристаллический сросток. Процесс коллоидизации и кристаллизации продолжается до тех пор, пока весь полуводный гипс не перейдет в двухводный.

Наращение прочности гипса происходит вследствие процесса сращивания кристаллов двухводного гипса. Происходящее при высыхании гипсового изделия выпадение гипса, находящегося в растворе, способствует сращиванию игольчатых кристаллов двуводрата.

Система автоматизации

Принципиальная технологическая схема производства строительного гипса с использованием гипсоварочных котлов и молотковых мельниц не является новой, но компактная технологическая линия, снабженная современной автоматизированной системой управления, позволяет обеспечить выпуск строительного гипса постоянной высокой марки, обеспечить контроль режимов варки и гибкое изменение параметров гипса в зависимости от требований.

Автоматизированная система управления установкой по производству строительного гипса (далее система) предназначена для обеспечения работы всех элементов технологического оборудования в автоматическом и ручном режимах. Система представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, совместно выполняющих задачу по управлению технологическим процессом. Система управления может быть условно разделена на три уровня.

Нижний (полевой) уровень представлен датчиками и исполнительными механизмами. В качестве датчиков в системе присутствуют датчики температуры, давления, сигнализаторы уровня, приборы контроля тока двигателя и дополнительные контакты, сигнализирующие о состоянии и режиме работы двигателей.

Исполнительными механизмами системы являются двигатели с контакторами для прямого пуска, двигатели с переменной частотой вращения, управляемые частотно-регулируемыми приводами, и электромеханические позиционеры для управления дроссельными заслонками.

На среднем уровне система представлена программируемым логическим контроллером (ПЛК) с модулями ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов. ПЛК отвечает за прием сигналов от датчиков и выдачу управляющих сигналов на исполнительные механизмы в соответствии с заложенной в него программой.

На верхнем уровне система представлена устройством человеко-машинного интерфейса. Это компьютер, соединенный с контроллером промышленной сетью и с установленным на нем специализированным программным обеспечением.

Практически все оборудование и ПО, применяемое для системы автоматизации, произведено компанией Siemens AG.

Компоновочные и технологические решения

Все технологическое оборудование смонтировано на металлической строительной этажерке, размеры которой в плане составляют 15×10 м. Максимальная высота оборудования 16 м. Технологическая установка монтируется в крытом производственном помещении и не требует многоярусных железобетонных строительных конструкций.

Для уменьшения мест перегрузки и зависания гипсового материала компоновка технологической установки выполнена таким образом, чтобы количество и длина транспортеров и подъемников были минимальны. В качестве транспортеров используются винтовые конвейеры длиной не более 5 м и один ленточный элеватор.

Для уменьшения мест отложения гипсового продукта внутри газоходов и воздухопроводов длина, количество и число поворотов выбрано минимальным.

В качестве основного агрегата обжига в технологической установке используется жаротрубный гипсоварочный котел. Жаровые трубы расположены в три яруса по две на каждом ярусе. Полный объем котла 25 м³, рабочий объем 20 м³. Скорость вращения мешалки 20 об/мин. Увеличенный объем котла по сравнению с применяемыми на многих российских предприятиях обжиговыми агрегатами позволяет увеличить производительность установки, производить варку гипсового продукта как в периодическом, так и в непрерывном режимах.

Гипсоварочный котел монтируется на строительной этажерке за верхнюю часть. Он не опирается днищем на металлические опоры и футеровку котла, что позволяет облегчить обслуживание днища и футеровки.

Для помола гипсовой щебенки применяется молотковая мельница с диаметром ротора 1300 мм и длиной 1300 мм. Для улучшения вентиляции мельницы и соответственно увеличения ее производительности по гипсовому продукту топочные газы подводятся к мельнице с боковых сторон аксиально сверху вниз. Гипсовая щебенка подается тангенциально.

Для аспирации мельницы применяется двухступенчатая система очистки — с помощью циклонов и рукавных фильтров. Пары гипса, образованные при его дегидратации в гипсоварочном котле, не направляются в общую аспирационную систему, а удаляются собственным вентилятором после обеспыливания в рукавном фильтре. Парогазовый тракт выполняется коротким, не более 2 м, для уменьшения возможности отложения материала на входе в рукавный фильтр. Регенерация рукавного фильтра осуществляется с помощью обратной продувки сжатым воздухом при отключении системой автоматики одной из секций. Компримированный воздух перед подачей в рукавный фильтр подогревается.

Для сжигания топлива используется горелка немецкой фирмы WEISHAUPТ. Горелка имеет ряд преимуществ: компактна, надежна в эксплуатации, имеет свою систему управления, которую можно связать с контроллером системы автоматизации гипсоварочной линии. Это позволяет регулировать температуру топочных газов непосредственно с операторской стойки.

С 2007 г. большой опыт по варке гипса был накоплен ТОО «Гипсо Газ Синтез» (г. Текели, Республика Казахстан). За это время на комбинате перерабатывался гипс

различных месторождений, в том числе синтетический, полученный при нейтрализации серной кислоты известняком.

За период промышленного освоения и эксплуатации на заводе перерабатывался: гипсовый камень месторождения Бурултау Жамбыльской области с содержанием основного вещества 72–76 мас. %; синтетический брикетированный гипс с содержанием основного вещества 76–82 мас. %; гипсовый камень одного из месторождений Узбекистана с содержанием основного вещества 90–96 мас. %.

Цикл дробления и измельчения обеспечил получение гипсовой муки около 70 % с остатком на сите № 02 не более 2%, около 30 % с остатком на сите № 02 не более 8 %. Варка производилась в периодическом режиме, время варки для всех сырьевых материалов в среднем составляло около 2 ч 15 мин со средней производительностью 6 т/ч, или 144 т/сут. Средняя температура выгрузки материала из гипсоварочного котла для жамбыльского гипса 125–135°C, для узбекского гипса 140–155°C, для синтетического гипса 135–145°C.

За время эксплуатации в среднем выпускался гипс марки Г5 – 80 %; ниже Г5 – 10 %; выше Г5 – 10 %.

По опыту работы установки производства строительного гипса на ООО «СГПК» можно отметить, что установка позволяет гибко регулировать технологию и получать на выходе продукт с нужными физико-химическими свойствами.

При отработке технологического режима на установке был внедрен ряд инженерно-технических решений, который позволил оптимизировать затраты тепла и электроэнергии и уменьшить количество обслуживающего персонала. Специалистами ООО «СГПК» предложены определенные технологические решения, что должно привести к увеличению производительности в периодическом режиме до 150 т/сут.

Современные теплоизоляционные материалы, система аэрации помогают управлять точкой росы, что помогает избегать появления гидратированных комочков.

На установке ООО «СГПК» был опробован и запущен скребковый тарельчатый конвейер. Транспортировка готового продукта из-под бункера томления скребковым тарельчатым конвейером вместо пневмотранспорта дала экономию электроэнергии, а также, избежав соприкосновения горячего гипса с большим объемом воздуха, удалось повысить прочностные качества продукта.

При отладке системы автоматизации были определены оптимальные места установки всех датчиков (температуры, уровня, давления). Оператор руководствуется более точными данными, что позволяет своевременно реагировать на изменения в технологическом процессе.

Температурные показания в гипсоварочном котле снимаются трехзонным датчиком, в связи с чем точность данных колеблется в пределах $\pm 1^\circ$.

На данном этапе ведутся совместные работы конструкторов ООО «Тобис» и инженеров ООО «СГПК» над системой помола гипсового камня с целью увеличения производительности помола гипсового камня на мельнице до 12 т/ч.

Система фильтрации гипсоварочного котла очищает отходящие пары от пыли до требуемого уровня по существующим санитарным нормам, а уловленная пыль возвращается обратно в технологический процесс, благодаря чему практически нет выбросов в окружающую среду и технологических потерь материала.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что данная производственная линия более совершенна по сравнению с другими аналогичными установками по производству гипсового вяжущего. Дальнейшее совершенствование автоматизации линии и постоянная

модернизация технологических узлов оборудования позволит еще более оптимизировать данное производство.

Планы дальнейшего производства

Как уже отмечалось выше, запуск второй технологической установки на ООО «СГПК» запланирован в конце 2009 г. В настоящий момент специалисты ООО «СГПК» ведут строительные работы для подготовки площадки под монтаж оборудования. Поставка технологического оборудования для второй очереди намечена на август 2009 г.

В 2008 г. ООО «Тобис» принимало участие в расширении завода «Майкопгипсстрой». Совместно со специалистами ООО «Майкопгипсстрой» решались вопросы подбора оборудования для модернизации действующего производства. В 2010 г. предполагается ввод в эксплуатацию новых производственных мощностей. Основное технологическое оборудование для новой установки уже поставлено.

В стадии изготовления находятся две технологические линии производства строительного гипса для ООО «Планета Гипс» (Майкоп, Республика Адыгея). Эти линии будут работать на гипсовом камне Шушукских месторождений с высоким содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (более 95%), что соответствует I сорту.

Фирма «Тобис» совместно с украинской компанией ООО «Строительное управление 77» планировали запуск в 2009 г. на Украине установки производства строительного гипса из отхода промышленного производства – фосфогипса. Украинские партнеры на технологической установке производительностью до 1 т/ч добились получения гипсового продукта из фосфогипса, удовлетворяющего технологическим требованиям и санитарным нормам к строительному гипсу. Поставка основного технологического оборудования промышленной установки получения строительного гипса из фосфогипса была осуществлена ООО «Тобис» летом 2008 г., но из-за сложных экономических условий монтаж и запуск технологического производства откладываются. Несмотря на это, планируется в 2009–2010 гг. изготовить полупромышленную установку малой производительности; на собственных производственных площадях произвести подбор оборудования и отработать технологический режим производства гипса строительного из фосфогипса.

ООО «Тобис»

Проектирование зданий и сооружений и их комплексов: общественных, производственных, сельскохозяйственных.

Проектирование технологических установок и технологических комплексов предприятий промышленности строительных материалов, подбор технологического оборудования.

Изготовление установок производства строительного гипса на базе котлов гипсоварочных и вращающихся печей обжига:

- ◆ котлов гипсоварочных;
- ◆ печей вращающихся;
- ◆ мельниц молотковых аксиальных и тангенциальных;
- ◆ дробилок молотковых;
- ◆ барабанов сушильных вращающихся;
- ◆ фильтров рукавных;
- ◆ элеваторов ковшовых ленточных;
- ◆ циклонов сухой очистки.

Самара, ул. XXII Партсъезда, 10А
Тел./факс: (846) 279-25-15, 265-61-64
E-mail: tobis50@mail.ru
Web-сайт: www.tobis.ru



ООО «САНДИНСКИЙ ГИПСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ КОМБИНАТ»

Молодая перспективная компания, основана 1 января 2009 г.

Занимается добычей и переработкой гипсового камня преимущественно II сорта с высоким коэффициентом белизны



ПРЕДЛАГАЕТ
гипсовое вяжущее (строительный гипс)
марок Г2-Г7
с остатком на сите № 0,2
от 1 до 5%,
регулируемыми сроками схватывания
и высоким коэффициентом белизны.



Наличие собственного месторождения гипсового камня обеспечивает относительно невысокую стоимость вяжущего. Отгрузка продукции осуществляется железнодорожным и автотранспортом в любой упаковке или навалом.

Предусмотрена гибкая система скидок и индивидуальные условия работы с заказчиками

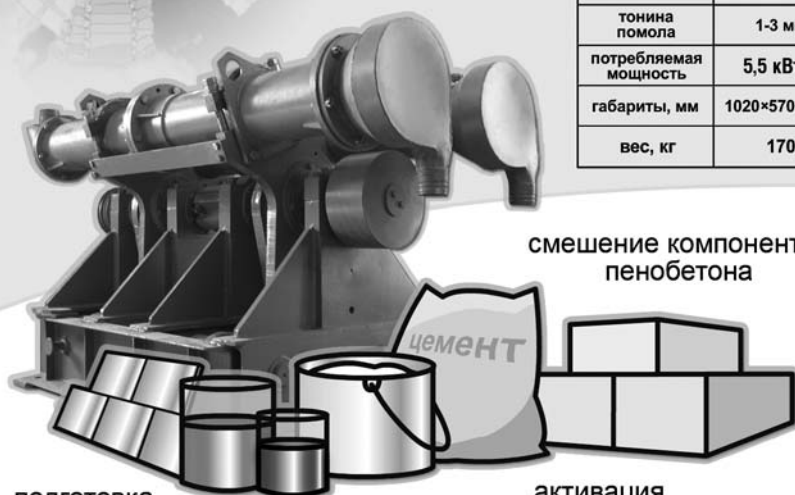
ООО «СГПК» 453300, Республика Башкортостан, г. Кумертау, 2-й Советский пер., д. 2
Тел./факс: (34761) 4-12-15 e-mail: sgrp@mail.ru

Реклама



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



смешение компонентов
пенобетона

подготовка
шихты для
керамической
плитки

помол
пигментов

получение
сухих смесей

активация
цемента

• 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) 325-18-49
 Тел: 8 913 942 94 81
 e-mail: eugene@activator.ru

Реклама

И.В. РОЗЕНКОВА, канд. хим. наук, генеральный директор,
 А.В. РУМЯНЦЕВ, д-р хим. наук, руководитель отдела научных разработок,
 ООО НПФ «НЕО+» (Санкт-Петербург)

Гидрофобизаторы «Неогард» для строительных материалов и конструкций

Известно, что применение гидрофобизаторов значительно увеличивает срок службы готовой конструкции и может мало проявляться в первые годы эксплуатации.

Гидрофобизированный материал не смачивается водой, но сохраняет способность пропускать газы и пары. Этим гидрофобизация отличается от гидроизоляции, при которой поверхность материала полностью блокируется. Соответственно гидрофобизация используется там, где возможно многократное, но кратковременное воздействие воды на детали конструкции.

Вода является основным врагом готовых строительных конструкций. В условиях городской среды после взаимодействия с промышленными выбросами и выхлопными газами вода приобретает свойства растворов кислот, которые после проникновения в поры материала вызывают его быстрое разрушение. Кроме того, теплоизоляционные свойства влажных материалов резко снижаются. В результате увеличиваются затраты на обогрев помещения. Также вода растворяет входящие в состав материалов соли, которые затем образуют на поверхности изделия непривлекательные пятна. Влажная поверхность — хорошая среда для роста грибов и плесени. Наконец, особую опасность представляет замерзание воды, проникшей в поры материала. Лед, образующийся при таком замерзании, вызывает значительные механические напряжения. В результате уже через несколько циклов заморозания-оттаивания негидрофобизированный материал теряет свою прочность и разрушается. Характерным примером может служить состояние бетонных бордюрных блоков, отделяющих проезжую часть дороги от тротуара.

В 2004 г. в Санкт-Петербурге группой молодых российских ученых-химиков был выигран грант по государственной программе развития малого бизнеса в России «СТАРТ», и при поддержке фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере создана научно-производственная фирма «НЕО+», целью которой является разработка и производство гидрофобизирующих составов.

Гидрофобизация силикатных строительных материалов

Для гидрофобизации силикатных строительных материалов могут быть использованы составы «Неогард-1» и «Неогард-2». Главным действующим началом в обеих композициях являются полиорганосилоксаны. До определенного уровня они взаимозаменяемы, но система активных добавок и технология производства определяют специализацию каждой композиции на тот или иной материал.

Композиция «Неогард-1» рекомендуется для гидрофобизации изделий из:

- бетона;
- керамического кирпича;
- тротуарной плитки;
- искусственного камня.

Композиция «Неогард-2» предназначена для гидрофобизации изделий из:

- газобетона;
- пенобетона (рис. 1);
- силикатного кирпича;
- натурального камня.



Рис. 1. Гидрофобизированный и негидрофобизированный пенобетон после извлечения из воды



Рис. 2. Капли воды на поверхности гипсовой пластинки, гидрофобизированной составом «Неогард-2» после изготовления

Таблица 1

Способ обработки	Материал	Керамический кирпич			Силикатный кирпич			Пенобетон		
		Водопоглощение, %, после нахождения под слоем воды в течение, ч								
		1	5	24	1	5	24	1	5	24
Без обработки		5,4	5,9	6,3	7,3	7,7	7,8	40	41	43
Композицией «Неогард»*		0,2	0,5	0,7	0,1	0,5	0,9	5,3	16	26

* Результаты подтверждены в независимых испытательных лабораториях.

Таблица 2

Образец	Количество добавки, %	В/Г	Водопоглощение, %
Без добавки	–	0,7	34
С добавкой	0,2	0,7	5,8
С добавкой	0,25	0,7	3,5
С добавкой	0,3	0,7	2,9

Кроме того, композиция «Неогард-2» может быть использована для поверхностной гидрофобизации изделий из гипса (рис. 2).

Основные достоинства композиций «Неогард-1» и «Неогард-2»

- Не содержат органических растворителей, не имеют запаха, не опасны для окружающей среды. Пары не оказывают вредного воздействия на здоровье человека. Пожаро- и взрывобезопасны, работы по гидрофобизации могут проводиться одновременно со строительными работами, в том числе связанными с наличием открытого огня.
- Нанесение можно проводить при температуре не ниже –10°С. Температура замерзания около –18°С, после размораживания свойства не изменяются, поэтому составы можно хранить в условиях неотапливаемого склада зимой.
- Не изменяют фактуру и цвет обработанных материалов, поверхность не липнет. Относятся к составам проникающего действия, поэтому небольшие механические повреждения обработанной поверхности не приводят к потере гидрофобного эффекта.
- Готовы к употреблению и наносятся с помощью кисти, валика или распылителем.

Как видно из табл. 1, композиции «Неогард» обеспечивают высокую степень гидрофобизации силикатных строительных материалов. При этом они являются одними из наиболее дешевых.

Объемная гидрофобизация изделий из гипса

Общеизвестно, что наряду с многочисленными достоинствами у изделий из гипса имеется и существенный недостаток – низкая водостойкость. Попадание воды на поверхность таких изделий приводит к быстрому намоканию, а влажный гипс быстро теряет прочность. То же происходит и в условиях высокой влажности. Поэтому изделия из негидрофобизированного гипса могут быть использованы только для внутренней отделки отапливаемых помещений.

Специалистами НПФ «НЕО+» разработана гидрофобизирующая добавка «Неогард-гипс-0.2». Она представляет собой полностью готовую к применению композицию на основе кремнийорганических олигомеров с активными присадками. При изготовлении влагостойких изделий из гипса состав добавляется в воду, используемую для затворения (табл. 2). При добавке 0,2–0,25% от массы сухого гипса водопоглощение готового изделия снижается до 3–6% по сравнению с 30–40% без добавки (рис. 3).

Основные достоинства добавки:

- малотоксична, не оказывает вредного воздействия на кожные покровы, не выделяет вредных паров;
- совместима с большинством пластификаторов, красителей и пигментов;
- морозостойка (температура замерзания ниже –50°С);
- не меняет внешнего вида готовых изделий;
- проста в применении.

Цена добавки «Неогард-гипс-0.2» ниже, чем у других составов аналогичного назначения.

Характеристики добавки были проверены и подтверждены в ЗАО «Проектно-Конструкторско-Технологи-



Рис. 3. Вода на поверхности гипсового блока, изготовленного с использованием состава «Неогард-гипс-0.2»

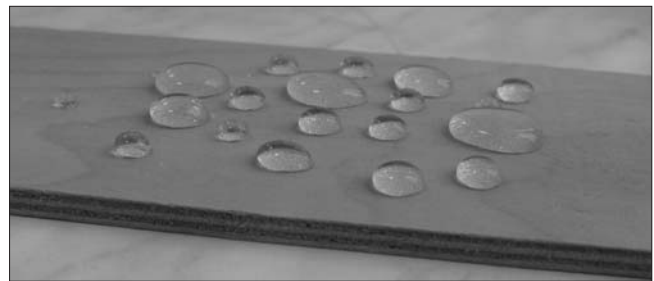


Рис. 4. Капли воды на поверхности фанеры, гидрофобизированной составом «Неогард-дерево-40»

ческий Институт» Испытательный Центр «ПКТИСтрой-ТЕСТ». В настоящее время гидрофобизирующая добавка «Неогард-гипс-0.2» прошла промышленные испытания и успешно применяется при производстве влагостойких ГКЛ и пазогребневых блоков на предприятиях России, заменив собой дорогостоящие импортные аналоги.

Гидрофобизация изделий из дерева и материалов на его основе

Недавно в НПФ «НЕО+» был разработан и внедрен в производство специализированный гидрофобизирующий состав «Неогард-дерево-40» (рис. 4). Следует отметить, что составы на водной основе малопроникновы для гидрофобизации дерева, так как плохо проникают в глубь изделия. Эффективность действия состава, обусловленная специальным подбором комбинации растворитель – активное вещество – катализатор, характеризуют следующие показатели. При кратковременном (2–6 ч) воздействии воды водопоглощение изделий из лиственных пород дерева уменьшается в 4–6 раз; из хвойных пород в 2–4 раза; из фанеры в 3–5 раз; из ДСП в 15–25 раз.

ООО НПФ «НЕО+»

Качественная гидрофобизация строительных материалов «Неогард»

Россия, Санкт-Петербург, ул. Корабельная, д. 4
 (Бизнес-центр «Путиловский»), оф. 203
 Тел./факс: (812) 331-08-38
www.neoplus.spb.ru
 e-mail: info@neoplus.spb.ru

Стены строить проще

Пазогребневые перегородочные плиты (ПГП) используются строителями сравнительно недавно. Производители гипсовых отделочных материалов России освоили выпуск плит в начале 2000-х гг. Одним из первых отечественных производителей стал завод ВОЛМА-Волгоград – головное подразделение корпорации ВОЛМА, который начал выпуск в 2003 г.

В настоящее время ПГП торговой марки ВОЛМА (ВОЛМА-плиты) – один из самых популярных материалов для возведения межкомнатных и межквартирных перегородок не только в массовом строительстве, но и при ремонте (рис. 1).

Популярность ПГП значительно выросла после того, как застройщики стали предлагать квартиры без внутренней планировки. У покупателей появилось не только поле для творчества в создании интерьера собственного жилья, но и необходимость решать сложную задачу, связанную с обустройством жилья или его ремонтом.

В чем же секрет популярности ВОЛМА-плиты в строительстве? Решение оказалось на поверхности – в простоте и экономии.

В наше время одним из преимуществ отделочных материалов является высокая технологичность. Меньшими трудовыми, временными и материальными затратами закончить ремонт – задача любого строителя. Используя в строительстве пазогребневые перегородочные плиты, один квалифицированный мастер за одну рабочую смену (8 ч) может возвести до 30 м² перегородок (рис. 2). Такой скорости монтажа перегородок невозможно достичь при использовании таких материалов, как кирпич, блоки ячеистого бетона, ГКЛ и др.

Себестоимость возведения перегородки в полкирпича в 2 раза превышает себестоимость монтажа из пустотелой ПГП ВОЛМА. Существенное увеличение затрат при использовании кирпича происходит из-за необходимости проводить дополнительно штукатурные работы. То же актуально и при использовании ячеистого бетона (рис. 3).

ВОЛМА-плиты производятся с четкими геометрическими размерами и идеально гладкой поверхностью, которая **не требует оштукатуривания и финишного шпаклевания после монтажа перегородки**. Качество поверхности получаемой перегородки позволяет без финишной обработки сразу наклеивать обои, наносить декор и др.

Использование пустотелой пазогребневой плиты значительно сокращает расходы на возведение межквартирных и межкомнатных перегородок, что особенно актуально в многоквартирных высотных зданиях, где экономия ощутима и преимуществами четко видны.

Для наглядности необходимо просчитать возможный экономический эффект при использовании пустотелых пазогребневых плит в качестве материала для возведения межкомнатных перегородок.

Рассмотрим стандартный вариант возведения монолитно-кирпичного 14-этажного дома.

Общая жилая площадь дома составляет по проекту 12,78 тыс. м². Согласно расчетным данным площадь межкомнатных перегородок составляет 84% от площади жилых помещений. Тогда общая площадь перегородок составит: $12780 \times 0,84 = 10735,2$ м².

Экономия на себестоимости при использовании пустотелой ПГП в сухих помещениях относительно кирпича составит 648 р./м², тогда суммарная экономия на себестоимости составит: $10735,2 \times 648 = 6956410$ р.

Кроме того, толщина готовой перегородки из ПГП всего 80 мм, а кирпичной не менее 160 мм с учетом штукатурного слоя. Поэтому применяя ПГП, можно дополнительно увеличить площадь возводимого помещения



Рис. 1. Пустотелые ВОЛМА-плиты изготавливают из гипсового вяжущего с добавлением пластифицирующих и гидрофобных добавок по литьевой технологии. Плита имеет паз и гребень на опорной и стыковочной поверхностях, а также внутренние продольные пустоты диаметром 40 мм. Влагостойкие плиты выполнены с маркировочной подкраской зеленоватого оттенка. Размеры плиты 667×500×80 мм, масса 20–22 кг



Рис. 2. Стена из пустотелой ВОЛМА-плиты

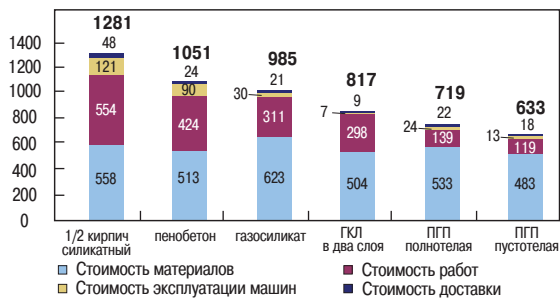


Рис. 3. Себестоимость возведения перегородок из различных материалов, р./м²

на 2,5%. При стоимости жилья 28000 р./м² дополнительная экономия составит 697 р./м². Тогда суммарная экономия за счет высвобождения дополнительной площади составит: $10735,2 \times 697 = 7482434$ р.

Общий экономический эффект от применения гипсовых пустотелых пазогребневых ВОЛМА-плит на 14-этажном доме составит 14438844 р. по сравнению с такой же перегородкой из кирпича.

Основные характеристики пустотелой ВОЛМА-плиты

Звукоизоляция. Пазогребневая пустотелая ВОЛМА-плита имеет звукоизоляцию 43 дБ, что соответствует требованиям СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».

Для межкомнатных перегородок в жилых помещениях элитного класса значение звукоизоляции должно быть не ниже 43 дБ. А в жилых помещениях стандартно и улучшенного класса – не ниже 41 дБ.

Прочность. При монтаже навесного оборудования (шкафы, сантехника) на перегородку из пустотелой

пазогребневой плиты очень важен правильный подбор крепежа. За счет применения правильного крепежа несущая способность перегородки из пустотелой ПГП, по сравнению с полнотелой увеличивается в среднем на 30%.

Один из видов крепежей, рекомендуемых специалистами корпорации ВОЛМА, – универсальный дюбель, который в теле плиты работает как распорный, а попадая в пустоту плиты, способен сворачиваться в узел. При тестовых испытаниях опытным путем было установлено, что рекомендуемая нагрузка на перегородку из пустотелых плит может достигать 200 кг на 2 точки крепления. Это позволяет монтировать любое навесное и сантехническое оборудование.

Негорючесть. Неоспоримое преимущество пустотелой ВОЛМА-плиты. Это свойство позволяет прокладывать в продольных пустотах электропроводку.

Наличие технологических пустот дает возможность использовать их не только для прокладки электропроводки, но и трубопроводов малого диаметра, что существенно экономит рабочее время строителей и материалы для отделки помещений.

ВОЛМА-плита проста в обработке. Плиту можно легко строгать, пилить, гвоздить, изготавливать из нее борные элементы.

Устройство дверных проемов при применении ПГП намного проще, чем при использовании других материалов. Стандартные дверные проемы до 90 см в перегородках из пустотелой ВОЛМА-плиты устраиваются без дополнительного армирования (балок и перемычек).

В заключение следует отметить, что корпорация ВОЛМА – единственный производитель пустотелых перегородочных плит стандартного размера.

ВОЛМА® №1
В РОССИИ
 по КАЧЕСТВУ и ОБЪЕМАМ ПРОИЗВОДСТВА
 ПАЗОГРЕБНЕВЫХ ПЛИТ

решение на поверхности!

ЛУЧШИХ РОССИИ ТОВАРОВ

ВОЛМА
www.volma.ru

Р.З. РАХИМОВ, член-корр. РААСН, заслуженный деятель науки РФ, почетный строитель России

Керамический и силикатный кирпич в строительстве

Реализация национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России» сопровождается поступательным увеличением объемов жилищного строительства. Так, с 2001 по 2008 гг. ввод жилья в России увеличился на одного жителя соответственно с 0,22 до 0,45 м². Субъекты РФ приняли индивидуальные программы по реализации национального проекта, что привело к тому, что ввод жилья на одного жителя превысил 0,3 м² в 2007 г. в 42 субъектах РФ, тогда как в 2004 г. этот показатель был достигнут только в 13 субъектах.

В Республике Татарстан реализация национального проекта по жилищным программам позволила обеспечить ввод жилья на одного жителя в 2007 г. до 0,543 м².

Для удовлетворения потребности в жилье современного российского общества руководством страны поставлена задача — предусмотреть ежегодный рост ввода жилья 100–130 млн м², или не менее 1 м² на одного человека.

В части реализации этой задачи в Республике Татарстан программой «Развитие и размещение производительных сил Республики Татарстан на основе кластерного подхода до 2020 г. и на период до 2030 г.» предусмотрено построить жилья площадью — в 2010 г. — 2595,9 тыс. м²; в 2015 г. — 3800 тыс. м²; в 2030 г. — 5420,6 тыс. м², что составляет в расчете на одного жителя соответственно 0,694; 1,016 и 1,45 м².

Реализация этих задач в значительной мере связана с состоянием и развитием производства строительных материалов, и, в частности стеновых материалов, которые составляют основной объем из всех видов строительных материалов, применяемых при возведении зданий.

В настоящее время в качестве стеновых применяют широкую номенклатуру изделий: керамический и силикатный кирпич и камень, полнотелые керамзитобетонные и трехслойные стеновые панели, полнотелые и пустотелые камни и блоки из тяжелых и легких на пористых заполнителях бетонов, блоки и камни из арболита и на основе торфа типа «Геокар», камни и блоки из ячеистых бетонов и т. д.

Наиболее распространенной разновидностью стеновых изделий являются мелкоштучные керамический и силикатный кирпич и камни, из которых в России построено около 40% домов существующего жилого фонда, а в жилищном строительстве последнего десятилетия их доля возросла до 60%.

В Республике Татарстан в 2008 г. общая мощность кирпичных заводов составляла 819 млн шт. усл. кирпича, из которых керамического 479,7 и силикатного — 339,3. В 2007 г. мощности заводов были использованы по производству силикатного кирпича на 86,4%, керамического — на 59,4%. В соответствии с приведенными выше планируемыми объемами строительства жилья в Республике Татарстан на 50% из кирпича потребность в нем составит в 2010, 2015 и 2030 гг. соответственно 990, 1325 и 1692 млн шт. усл. кирпича. Очевидно, что имеющиеся мощности по производству кирпича даже

при 100% загрузке не покроют расчетных потребностей. Подобная ситуация складывается и в большинстве субъектов РФ.

В последнее время в республике осваиваются мощности двух новых заводов по производству керамического кирпича «Ключищинская керамика» и «Винербергер Кирпич» общей мощностью 210 млн шт. усл. кирпича. Однако с вводом в эксплуатацию и этих мощностей указанные выше нарастающие потребности республики в кирпиче не будут покрыты собственным производством. В связи с этим программой «Развитие и размещение производительных сил Республики Татарстан» предполагается строительство еще семи новых заводов керамического кирпича и кирпичных панелей, мощности которых в сочетании с мощностями действующих заводов позволят решить эту проблему.

Вместе с тем в решении задачи обеспечения нарастающих потребностей мелкоштучных стеновых материалов целесообразно предусматривать модернизацию существующих и создание новых производств не только керамического, но и силикатного кирпича.

В частности, предполагается построить новые заводы по производству силикатного кирпича в Московской, Владимирской и Тверской областях совокупной мощностью 370 млн шт. в год. В 2009 г. намечен ввод в эксплуатацию производства силикатного кирпича мощностью 70 млн шт. в год в г. Ялуторовске Тюменской области. Ведется подготовка к реконструкции производств силикатного кирпича ООО «Челябстройматериалы» и ЗАО «Барнаулстройматериалы» [1].

В доперестроечные времена при существовавших тогда требованиях по теплозащите зданий применение силикатного кирпича при возведении стен, эксплуатируемых при нормальной влажности и в сухих условиях, было предпочтительным, так как керамический кирпич на большинстве предприятий производился с нарушением допусков по размерам, с наличием трещин и искривлений. Кроме того, стены из керамического кирпича того времени уже в стадии строительства нередко покрывались налетом высолов, чего не происходит на стенах из силикатного кирпича.

В последние полтора десятилетия с модернизацией ряда действующих и созданием новых производств с за-

Таблица 1

Вид конструкций	Значения Мрз при предполагаемом сроке службы конструкции, лет		
	100	50	25
1. Наружные стены или их облицовка в зданиях с влажностным режимом помещений:			
а) сухим и нормальным	25	15	15
б) влажным	35	25	15
в) мокрым	50	35	25

Таблица 2

Расчетные теплотехнические показатели кирпичной кладки из керамического и силикатного кирпича

№	Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии				Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по СНиП 23-02-2003)					
		Плотность ρ_0 , кг/м ³	Удельная теплоемкость C_0 , кДж/(кг·°С)	Теплопроводность λ_0 , Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале W, %		теплопроводности λ_0 , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч) S		паропроницаемости
					A	B	A	B	A	B	
Кирпичная кладка из сплошного кирпича											
1	Керамический рядовой на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	1	2	0,7	0,81	9,2	10,12	0,11
2	Керамический рядовой на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
3	Керамический рядовой на цементно-перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,7	8,08	9,23	0,15
4	Силикатный на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,7	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
Кирпичная кладка из пустотелого кирпича											
5	Керамический пустотелый плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
6	Керамический пустотелый плотностью 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
7	Керамический пустотелый плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
8	Силикатный 11-пустотный на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14
9	Силикатный 14-пустотный на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,52	2	4	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14



Рис. 1. Фрагмент фасада здания онкологической больницы в Казани, построенного из силикатного кирпича в 1913 г.

рубежным оборудованием и технологиями в определенных объемах стал производиться качественный и бездефектный керамический кирпич расширенной номенклатуры по размерам, форме, теплозащите, а также декоративный различной цветовой гаммы и фактуры. В связи с этим в инстанциях различного уровня стали выдвигаться соображения о предпочтительном применении при возведении стен преимущественно керамического кирпича и ограничении применения силикатного. Такое в истории строительства уже было. Длительное время еще в начале прошлого века владельцы заводов керамического кирпича добивались запрета применения силикатного кирпича, мотивируя тем, что он неморозостоек [2]. Однако многолетний опыт его применения в строительстве доказал обратное. Например, здание зоопарка в Пекине, построенное столетие назад, прекрасно сохранилось и эксплуатируется в настоящее время. Сохранились и в нашей стране многочисленные здания, построенные в начале прошлого столетия из силикатного кирпича. Например, здание онкологической городской больницы в Казани по улице Япеева, 14 (год постройки 1913) (рис. 1), здания кафедры топографической анатомии по улице Университетской, 14, трапезной при церкви по улице Санкт-Петербургской построенные из силикатного кирпича до 1917 г., эксплуатируются и в наши дни.

Иногда потребители и проектировщики выражают сомнения в возможности применения стеновых материалов марок по морозостойкости от Мрз 15 до Мрз 50, так как этот показатель не соответствует количеству переходов окружающего воздуха через нулевую температуру в осенне-зимне-весенний период даже одного года. Следует иметь в виду, что показатель морозостойкости устанавливается по результатам жестких испытаний после

циклического замораживания материала при минус $18 \pm 2^\circ\text{C}$ (ГОСТ 10060.1–95) в насыщенном водой состоянии и оттаивании в воде. Такие воздействия в условиях естественной эксплуатации зданий на стеновые материалы не имеют места. В соответствии со СНиП II-22–81 «Каменные и армокаменные конструкции» проектные марки по морозостойкости каменных материалов для наружной части стен толщиной 12 см и для фундаментов на всю толщину, возводимых во всех климатических зонах в зависимости от предполагаемого срока службы, приведены в табл. 1.

При этом оговаривается следующее:

- для районов строительства, расположенных восточнее и южнее городов Грозный, Волгоград, Саратов, Самара, Орск, Караганда, Семипалатинск, Усть-Каменогорск, допускается снижать требования по морозостойкости на одну марку, но не ниже Мрз 10;
 - для Северной строительной-климатической зоны, а также для побережий Ледовитого и Тихого океанов шириной 100 км, не входящих в Северную строительную-климатическую зону, марки по морозостойкости для наружной части стен и для фундаментов должны быть на одну ступень выше, но не выше Мрз 50 для керамических и силикатных материалов.
- В соответствии с ГОСТ 379–95 для силикатного кирпича установлены четыре марки по морозостойкости: для рядового не менее Мрз 15; для лицевого – не менее 25.

Совершенствование технологий на заводах силикатного кирпича позволяет получать кирпич с морозостойкостью до Мрз 35 и выше. Это подтверждено, в частности, испытаниями морозостойкости силикатного кирпича производства крупнейшего в России Казанского завода силикатных стеновых материалов.

Одним из важнейших показателей стеновых материалов является паропроницаемость. СП 23-101–2004 установлены расчетные показатели теплотехнических свойств строительных материалов, в соответствии с которыми показатели паропроницаемости кладок из керамического и силикатного кирпича, приведенные в табл. 2, отличаются незначительно.

Основным фактором обеспечения долговечности здания, построенного из силикатного кирпича, является правильность его эксплуатации (исключение прямого попадания воды на кладку). И хотя преимущества керамического кирпича перед силикатным бесспорны в части стойкости в условиях высокой влажности, при воздействии высоких температур и агрессивных сред, неоспоримы и преимущества силикатного кирпича по сравнению с керамическим – он выигрывает в стоимо-



Рис. 2. Силикатный кирпич в современном строительстве: а – жилой комплекс Ривьера (ул. Адоратского в Казани); б – коттедж (ул. Вербная в Казани)

сти построенных из него зданий. Важным является и то, что силикатный кирпич является более чистым по радиационным характеристикам.

К тому же необходимо учитывать, что эпоха производства только одного вида серовато-белого силикатного кирпича закончилась. Повывишиеся в последние десятилетия требования к разнообразию облика и архитектурной выразительности зданий привели к необходимости диверсификации производства силикатного кирпича. К настоящему времени кроме рядового стали производить силикатный кирпич и камень повышенной прочности, морозо- и влагостойкости, окрашенный по объему и поверхностно, со сколотой фактурой, под природный камень, а также их комбинации – угловой и т. д. Номенклатура силикатного кирпича отдельных предприятий достигает более тридцати разновидностей. Вид зданий из силикатного кирпича в современном строительстве показан на рис. 2. Хотя среди мелкоштучных стеновых материалов силикатный кирпич по значимости является вторым после керамического, его значение в строительстве не только сохраняется, но и неуклонно возрастает.

Об этом свидетельствует тот факт, что в период 2001–2007 гг. доля силикатного кирпича в общем объеме производства стеновых материалов оставалась относительно стабильной, доля же керамического постепенно снижалась. Начиная с 2006 г. производство силикатного кирпича начало расти и в 2007 г. достигло 4,9 млрд шт. В соответствии с прогнозом производства стеновых материалов в России к 2015 г. объем производства силикатного кирпича и камня достигнет 8 млрд шт. Увеличение производства силикатного кирпича и камня будет достигнуто за счет модернизации, действующих производств, которых сейчас насчитывается около 100, и строительства новых современных за-

водов в Московской, Владимирской, Тверской и Тюменской областях.

Быстрое развитие производства силикатного кирпича обусловлено в первую очередь его экономичностью и качеством. Еще пятьдесят лет назад советские ученые отмечали, что силикатный кирпич по затратам труда, топлива, электроэнергии, капитальных вложений более чем в 2 раза экономичнее керамического. Длительность производственного цикла для силикатного кирпича короче, чем у керамического, в 5–7 раз. Все это обеспечивает его более низкую стоимость по сравнению с керамическим.

Нередко ставится вопрос, какой кирпич для строительства жилого кирпичного дома предпочтительнее выбрать – керамический или силикатный.

Для стен обычных зданий, эксплуатируемых в условиях отсутствия воздействия высокой температуры, периодического или постоянного замачивания, этот выбор целесообразно производить на основе учета их стоимости. В части придания архитектурной выразительности и современного облика зданий, производимая в настоящее время номенклатура кирпича по формам, типоразмерам, цветовой гамме и фактуре, применение как керамического, так и силикатного обеспечивают равные возможности.

Список литературы:

1. *Баринова Л.С., Курьянов Л.И., Миронов В.В.* Силикатный кирпич в России: современное состояние и перспективы развития // *Строит. материалы*. 2008. № 11. С. 4–9.
2. *Боженев П.И.* Технология автоклавных материалов: Л.: Стройиздат. Ленингр. отд., 1978. 368 с.

СИЛИКАТЭКС



14–15 октября 2009 г.

III Международная научно-практическая конференция

Развитие производства силикатного кирпича в России

Нижний Новгород




Тематика конференции:

- Совершенствование производства силикатного кирпича
- Сырьевые материалы и технологии их подготовки
- Новые технические решения в технологии производства извести
- Диверсификация заводов силикатного кирпича
- Применение силикатного кирпича в строительстве
- Нормативная база отрасли




Участники конференции посетят завод «Силикатстрой»

К проведению конференции готовится тематический номер журнала «Строительные материалы»[®] №9-2009.

Организаторы конференции: журнал «Строительные материалы»[®], РНТО Строителей

Оргкомитет:

Руководитель проекта – Юмашев Алексей Борисович Менеджер проекта – Горегляд Светлана Юрьевна

Телефон/факс: (495) 976-22-08, 976-20-36, тел.: (926) 833-48-13, (916) 123-98-29

E-mail: mail@rifsm.ru, http://www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д.9, стр. 3



А.В. КАЛИНИН, генеральный директор, А.Н. БАРАНОВ, руководитель проекта, ООО «БИРСС-Менеджмент» (Москва)

Наружные штукатурные системы утепления фасадов

Вопрос энергосбережения остается одним из самых актуальных в строительстве как при возведении новых зданий, так и при реконструкции устаревшего жилого фонда, гражданских, административных и промышленных объектов. Во всем мире этой проблеме уделяется пристальное внимание.

В настоящее время в России для получения тепла все еще сжигается на душу населения в три раза больше невозобновляемых природных ресурсов, чем, например, в Канаде или Норвегии. Из имеющихся в России около 3 млрд м² площади жилья около 2,2 не отвечают требованиям новых норм. По этим цифрам можно оценить грандиозность задачи утепления только старого жилья, не говоря о новом строительстве.

Когда США в 1973 г. впервые столкнулись с нефтяным кризисом, они, реализовав программу утепления зданий, за 6 лет добились сокращения теплопотребления в фонде недвижимости в среднем на 42%. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, дополнительные затраты в объеме до 3% при строительстве на утепление ограждающих конструкций дают возможность в дальнейшем снизить расходы тепла на отопление на 40% и более.

Следует отметить, что серьезным источником тепловых потерь являются оконные проемы. Удельный тепловой поток через двухслойное остекление примерно в 5 раз превышает тепловой поток, проходящий через стены. Хотя площадь остекления типового дома составляет только 20–25% от площади наружных стен, можно утверждать, что тепловые потери через оконные проемы сравнимы с тепловыми потерями через стены. Все равно в общем объеме суммарных тепловых потерь всего здания потери тепла через стены обычно составляют не менее 35%, исключить их – задача огромной важности.

Понятно, что выполнить современные требования к ограждающим конструкциям по энергосбережению, причем как на севере, защищаясь от холодов, так и на юге, спасаясь от жары, только за счет увеличения толщины наружных стен практически невозможно. Согласно расчетам потребовалась бы бетонная стена толщиной 6 м или кирпичная толщиной 2,3 м.

Выход из этой ситуации известен – назначать толщину стен исходя только из расчетов статике, а необходимое сопротивление теплопередаче обеспечивать с помощью эффективных теплоизоляционных материалов. Так, например, в случае несущей железобетонной стены толщиной 0,25 м для достижения нормативного общего термосопротивления достаточно применить теплоизоляционную плиту с коэффициентом теплопроводности порядка 0,04 Вт/(м·°C) толщиной 0,12 м.

Наружная стена при такой системе утепления фасадов защищена от прямого воздействия атмосферных осадков, солнечного излучения, от резких перепадов температуры, что способствует более длительному сроку службы строительных конструкций. Возможность отсыревания, появления плесени практически полностью исключается. В результате старение здания происходит значительно медленнее.

Помимо этого наружная теплоизоляция дает и санитарно-гигиенические преимущества, обеспечивает внутри жилых помещений комфортные условия. Поскольку тепло аккумулируется в наружной стене, на внутренней поверхности ее устанавливается более высокая температура. Вследствие этого уменьшается циркуляция воздуха, исчезают сквозняки, климат в помещении становится приятным и здоровым, причем как зимой, так и летом. Кроме того, значительно повышается степень шумозащиты здания.

ГК БИРСС (Москва) уже более 10 лет предлагает строителям столицы и регионов (Кемерово, Ростов-на-Дону, Ставрополь, Саратов, Казань и др.) комплектную поставку сертифицированных материалов для устройства классической многослойной системы отделки фасадов «Теплый дом», а также для инновационной разработки на основе зарубежного опыта – БИРСС-Термопор.

Многослойные штукатурные системы

Эти системы получили наибольшее распространение благодаря относительной простоте, долговечности, высокой теплоэффективности, шумоизоляции, ремонтопригодности, устойчивости к механическим и климатическим нагрузкам. Бум применения таких систем в Германии пришелся на конец XX века, когда выполнялось до 40 млн м² фасадов в год. В этих системах нет ограничений по типам здания, и применяются они на все виды оснований – кирпич, пеноблоки, ракушечник или монолитный бетон (рис. 1). Они представляют собой многослойную теплоизоляционно-декоративную систему (в Германии она называется комплексной системой теплоизоляции и отделки фасадов – WDVS), в которой плитный утеплитель закрепляется на наружной стороне стены при помощи клеевых растворов на минеральной основе и механического крепления, армируется стеклосеткой в поверхностном армирующем слое и покрывается тонкослойной защитно-декоративной штукатуркой.

Комплектную поставку материалов для таких систем, в том числе с сухими строительными смесями собственного производства, предлагает ряд отечественных и зарубежных фирм, поэтому подобные системы наиболее распространены на рынке теплоизоляции фасадов. Они к тому же дешевле, чем система вентилируемых фасадов, больше применяемая на общественных зданиях.

В качестве плитного утеплителя в основном используются жесткие плиты из самозатухающего пенополистирола и минераловатные (на основе базальтового волокна). Их толщина определяется расчетным путем в соответствии с существующими нормами в зависимости от свойств конструктивного материала стены и реально может составлять от 20 до 200 мм.

Пенопластовые плиты выглядят более привлекательными, поскольку их стоимость в 2–3 раза ниже, а теплосопротивление несколько выше. Однако этот ма-



Рис. 1. Пример эффективного применения многослойной штукатурной системы теплоизоляции в коттеджном строительстве

териал не полностью отвечает пожарным требованиям. Разрешено его применение на зданиях не выше 9–12 этажей при условии устройства минераловатных расщечек через каждый этаж; его нельзя использовать на зданиях детских учреждений, общественных и др. Для минераловатных плит таких ограничений нет, это негорючий материал, при пожаре он не выделяет опасных для человека веществ. Минераловатные плиты обладают также более высокой паропроницаемостью, не накапливают влагу, способны нести декоративный слой из более тяжелого материала, например клинкерную плитку вместо тонкослойной штукатурки. Поэтому совсем дешевой многослойную систему считать нельзя, особенно с учетом повышенных требований к подготовке основания, дорогостоящего и трудоемкого механического крепления обязательно полиамидными дюбелями, которые не теряют своих свойств с течением времени, и др.

В целом система утепления многослойным «мокрым» методом позволяет достичь качественного утепления здания, обеспечить высокие декоративные свойства фасада за относительно небольшие деньги. Однако применение даже самых дорогих и качественных материалов не гарантирует высокого качества выполняемых работ. К сожалению, уровень профессионализма у многих производителей работ в настоящее время недостаточно высок. Низкая квалификация работников, отсутствие постоянного контроля за соблюдением технологии, некачественные материалы, нередко приобретенные у разных производителей и не проверенные на совместимость, сокращают сроки службы таких фасадов с нормированных 25 до фактических 5–7 лет, сводят на нет все потенциально высокие характеристики подобных систем.

Другими недостатками этой системы утепления фасадов следует считать дополнительную трудоемкость: очистку и выравнивание основания с отклонением от плоскости не более 1–2 см; нанесение клеевых составов для приклеивания плит утеплителя, их механическое крепление дюбелями – от 6 (в середине) до 12 шт. (в углах зданий) на 1 м² для противодействия ветровому отсосу; необходимость строгой подгонки плит утеплителя, исключающей попадание раствора в стыки и возникновение мостиков холода; установку дополнительного армирования в углах проемов, где возникают повышенные внутренние напряжения; строгое соблюдение плоскостности при укладке плит утеплителя даже с их подшлифовкой во избежание появления трещин в поверхностном штукатурном слое из-за разницы в его толщине и др.); длительные технологические перерывы после устройства каждого слоя и др. Надо также учесть,

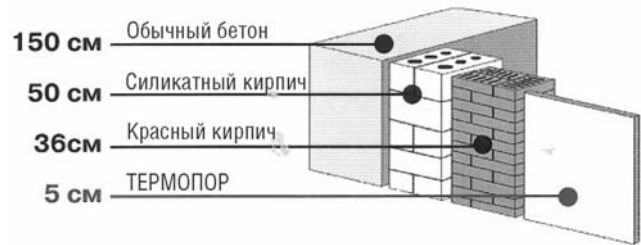


Рис. 2. Сравнительные теплоизоляционные характеристики стен из различных материалов

что эта система пригодна в основном для простых плоских фасадов, любое отклонение от плоскости – облицовка полуколонн, карнизов, обрамлений проемов, каннелюр и других архитектурных форм, необходимых для усиления выразительности фасада, вызывает большие трудности.

Теплоизоляционная штукатурная система БИРСС-Термопор

Многие проблемы в системах утепления фасадов позволяет успешно решать система на основе теплоизоляционного штукатурного состава, например выпускаемого под маркой БИРСС-Термопор. Подобная система была разработана в Германии в 60-е гг. XX в. и хорошо зарекомендовала себя эффективностью и надежностью в эксплуатации.

Основными компонентами теплоизоляционной штукатурки являются минеральное цементно-известковое вяжущее и гранулы вспененного полистирола размером до 3 мм, причем вспененный полистирол по объему составляет около 75% смеси, а по массе – около 5%. Производители материала ставили задачу соблюдения основных принципов применения сухих смесей, когда на заводе строго выдерживается технология их смешивания с точной дозировкой и равномерным распределением по объему смеси всех компонентов, а на стройке добавляется только вода затворения. Это позволяет обеспечивать высокое качество составов, стабильность их свойств. Сухая смесь БИРСС-Термопор поставляется в мешках готовой к употреблению после затворения водой. Из одного мешка можно получить 75 л штукатурного раствора. При разработке рецептуры основной проблемой оказалось получение однородной массы при перемешивании разных по плотности материалов – тяжелых минеральных составляющих и особо легких гранул пенополистирола. Решается она за счет введения в рецептуру дополнительных химдобавок, обладающих антирасслаивающим действием. Другие добавки – воздухоувлажняющие, пластифицирующие, повышающие степень удобоукладываемости, адгезии к основанию, также присутствуют в смеси.

Энергоэффективность этой штукатурки иллюстрирует рис. 2.

Технические характеристики БИРСС-Термопор

Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,06
Насыпная плотность, кг/м ³	220
Плотность готового раствора, кг/м ³	340
Прочность при сжатии через 28 сут, кг/см ²	10
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,092
Сцепление с основанием, МПа	0,1
Морозостойкость, циклов, не менее	50

Долговечность системы БИРСС-Термопор без изменения эксплуатационных характеристик составляет более 30 лет.



Рис. 3. Примеры применения системы теплоизоляции на основе БИРСС-Термопор для новых, модернизируемых и реставрируемых зданий

Следует также отметить, что эта штукатурка обладает высокой прочностью на растяжение при большом растяжении на изломе, отсутствуют напряжения в нижнем слое штукатурки – все это делает ее особо устойчивой к эксплуатационным нагрузкам.

Устройство теплоизоляционной фасадной штукатурочной системы на основе БИРСС-Термопор не предъявляет повышенных требований к квалификации работников. Штукатурный слой наносится на основание вручную или механизированно толщиной одного слоя до 60 мм. В зависимости от нормативов и свойств конструктивных материалов стены рассчитывается толщина теплоизоляции и соответственно определяется толщина и количество слоев материала. Например, для соответствия нормативам для стены из легких бетонных блоков может хватить одного слоя состава БИРСС-Термопор. Даже слой штукатурки толщиной около 20 мм, нанесенный изнутри помещения на наружную стену, даст заметный теплосберегающий эффект, а такой же слой на внутренней межкомнатной перегородке защитит от шума.

Работу по устройству системы может выполнять штукатур, не имеющий опыта работы с такими материалами. Дополнительное обучение минимально. Сама работа штукатур по нанесению и выравниванию слоя не столь тяжела, ведь на 1 м² при слое 50 мм надо нанести около 15 кг БИРСС-Термопор. Для сравнения, обычный штукатурный раствор имеет массу около 100 кг, то есть почти в 7 раз больше. Один штукатур при ручном нанесении может обработать 60–80 м² фасада в смену. Значительного увеличения производительности можно добиться за счет механизации штукатурных работ.

Затраты на выравнивание основания в этой системе можно исключить из технологического цикла, поскольку операция по нанесению теплоизоляционной штукатурки включает в себя и компенсацию неровностей основания. Окончательная наружная отделка выполняется с помощью того же защитно-декоративного покрытия, что и в обычной многослойной системе.

Особо следует подчеркнуть универсальность данной системы. Для нее любая конфигурация фасада не пре-



Первая мебель в вашем доме



Всего более **1000** наименований продукции!

Россия, 117403, г. Москва,
ул. Мелитопольская, влад. 11, корп. 2
+7(495) 385-6101
385-7101
www.birss.ru sales@birss.ru

пятствие, что делает ее незаменимой при восстановлении и реставрации старых зданий и памятников архитектуры без ущерба для их архитектурного облика, но при этом появляется возможность утеплить и защитить их от атмосферных воздействий (рис. 3). В незатвердевшем состоянии (1–2 дня после нанесения) она легко обрабатывается, что позволяет придать элементам фасада разнообразную форму.

При модернизации зданий начала эпохи крупнопанельного домостроения утепление фасадов — одна из главных задач. Здесь также теплоизоляционные штукатурки находят широкое применение, особенно с учетом эффективности теплоизоляции горизонтальных и вертикальных стыков панелей.

Очень важно, что теплоизоляция наносится сплошным слоем, в нем нет стыков и щелей, не остается пустот, то есть полностью исключается возможность образования мостиков холода.

Трубные или кабельные проходы, прокладка других коммуникаций через ограждающие конструкции зданий также легко изолируются материалом БИРСС-Термопор.

Важное достоинство теплоизоляционной штукатурки — ее негорючесть. Это доказано огневыми испытаниями, по результатам которых она отнесена к группе НГ (негорючий материал по СНиП 21–01–97).

Как и в случае системы с плитным утеплителем, система с теплоизоляционной штукатуркой характеризуется малой массой и не требует усиления фундамента здания. Работы по утеплению фасадов системой БИРСС-Термопор можно производить только при температуре наружного воздуха выше +5°C; если она ниже, то необходимо устройство «тепляков».

Существует много факторов, которые не позволяют однозначно определить, какая из двух вышеописанных

систем экономически более выгодна или какую из них в конкретном случае применения следует предпочесть. Это задача проектировщиков и строителей, которые еще в недостаточной мере владеют всеми тонкостями устройства систем утепления фасадов. Однако уже само наличие разных вариантов для принятия решений при творческом подходе к делу со стороны специалистов расширяет возможности, позволяет наилучшим способом справиться с возникающими сложными задачами как в новом строительстве, так и при восстановлении и модернизации существующих сооружений, в том числе жилых крупнопанельных зданий, а также при реставрации архитектурных памятников.

Система на основе легких штукатурок предлагается полностью скомплектованной, то есть помимо самой теплоизоляционной штукатурки в комплект поставки обычно входят строительные профили, стеклосетка, декоративная штукатурка, краски и др.

На такой же основе, что и штукатурка БИРСС-Термопор, созданы и широко используются другие эффективные материалы, сохраняющие тепло- и шумоизоляционные свойства. Это литевая смесь для заполнения колодезной кладки и заполнения замкнутых межпанельных стыков в крупнопанельном домостроении. Стяжка для пола из подобного материала, в том числе для полов с подогревом, обеспечивает надежную междуэтажную тепло- и звукоизоляцию; широко применяется также теплая кладочная смесь для возведения стен из пенобетонных блоков и др. БИРСС-Термопор можно использовать для оштукатуривания любых видов оснований, в том числе деревянных по армирующей объемной металлической сетке, он идеален для реставрации и строительства зданий фахверковой конструкции.



Открытое акционерное общество
Завод Строммашина

Выпуск технологических линий для производства керамического кирпича и черепицы

Продукция:

- ◆ **СМК-497** — глинорыхлитель двухвальный, применяется для переработки глин, поступающих с карьера кусков или мерзлых комьев.
Производительность, 120 т/ч.
- ◆ **СМК-496** — глинорыхлитель одновальный, применяется для дробления кусков средней прочности.
Производительность, 50 т/ч.
- ◆ **СМК-352** — питатель пластинчатый, применяется для объемного дозирования, равномерной и непрерывной подачи материалов.
Производительность, 17–110 т/ч.
- ◆ **ИАПД-И-36** — питатель ленточный, применяется для дозирования, равномерной и непрерывной подачи материалов, добавок. Производительность, 10–30 т/ч.
- ◆ **СМК-517** — вальцы камневыделительные, предназначены для грубого помола.
Производительность, 50 т/ч.
- ◆ **ИАПД-И-21** — вальцы камневыделительные, предназначены для грубого помола.
Производительность, 35 т/ч.
- ◆ **СМК-516** — вальцы, предназначены для помола керамической массы.
Производительность, 50 т/ч.
- ◆ **ИАПД-И-20** — вальцы, предназначены для помола керамической массы.
Производительность, 25 т/ч.
- ◆ **УСМ-114** — вальцы тонкого помола керамических масс. Производительность, 50 т/ч.
Рабочий зазор между валками 1,5±0,25 мм выдерживается упорными болтами и 4 пружинами, создающими суммарное усилие 40 т.
- ◆ **СМК-126** — смеситель двухвальный, предназначен для тонкой очистки и перемешивания керамической массы. Производительность, 64 т/ч.

**ОАО «Завод «Строммашина»: Украина, 29019, г. Хмельницкий, проспект Мира, 42
Телефон/факс: + 38 (03822) 3-61-53, 3-52-16, телефон: 3-53-15**

Третья всеукраинская научно-техническая конференция «Современные технологии бетона»



Директор НИИСК П.И. Кривошеев приветствует участников конференции



Т.Е. Марков



М. Циаик



Н.А. Падий



С.В. Коваль

19–22 мая 2009 г. в Киеве состоялась Третья всеукраинская научно-техническая конференция «Современные технологии бетона». Организаторами конференции выступили Министерство регионального развития и строительства Украины, Академия строительства Украины, строительная компания «Укрбуд», холдинговая компания «Киевгорстрой», Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК), Киевский национальный университет строительства и архитектуры (КНУБА). Конференция проводится каждые два года. Представители предприятий – производителей товарного бетона, добавок в бетон, а также научно-исследовательских институтов и организаций обсудили современное состояние нормативной базы производства бетона и его компонентов; сырьевую базу для производства бетона и добавок в него; новые бетоны и композиты; новые методы испытаний, технологию производства и др.

Открывая конференцию, директор НИИСК канд. техн. наук **П.И. Кривошеев** отметил, что разразившийся мировой финансовый кризис и связанный с ним спад строительства дают время и возможность осмыслить достижения науки о бетоне. Последнее десятилетие бетоноведение стремительно развивалось, порой не оставляя времени на глубокий анализ достижений. Особенно это важно с точки зрения долговечности материала и конструкций, ликвидации нарушения целостности материала.

Строительство высотных объектов, сложных инженерных сооружений поставило перед учеными и инженерами ряд задач: разработка и освоение промышленностью бетонов новой генерации – высокопрочных (НСС), с высокими эксплуатационными свойствами (НРС), самоуплотняющихся, армированных различными видами фибры. В свою очередь, возникает и ряд сопутствующих проблем и задач, прежде всего разработка стандартов, методов испытания, анализ сырья и контроль его качества, проблема совместимости компонентов бетонной смеси и бетона, научно-техническое сопровождение строительства и др.

Достижения в области применения бетонов новой генерации заметно различаются в странах и континентах, отметил в докладе д-р техн. наук **Л.А. Шейнич** (НИИСК). Так, наиболее интересные объекты в Европе построены в начале этого века из бетонов прочностью при сжатии 70–80 МПа, в США – 120–130 МПа, в странах Азиатского региона – 70–90 МПа. В Японии построен мост из бетона прочностью 200 МПа, 59-этажное здание – 150 МПа. Определенные достижения российского бетоноведения реализованы на объектах Москва-Сити в России. Общими тенденциями производства современного

бетона является использование супер- и гиперпластификаторов; увеличение дисперсности заполнителей, в том числе крупных; введение тонкомолотых наполнителей; использование побочных продуктов промышленности, повышение марочности цемента и др. На Украине в силу ряда экономических, психологических и технологических причин на стройках используются бетоны с прочностью не превышающей 50–55 МПа.

Развитие нормативной базы и гармонизация ее с нормами ЕС позволит, считает канд. техн. наук **В.Г. Тарасюк** (НИИСК), расширить сферу применения бетонов новой генерации. Учеными НИИСК проведена большая работа, которая нашла отражение в государственных нормативных документах, таких как «Технический регламент строительных изделий, зданий и сооружений», и в развивающих положения регламента государственных строительных нормах и стандартах.

Современный уровень развития производства и энергетики требует иного отношения к использованию природного сырья, энергии. В производстве бетона самым энергоемким сырьем является клинкерная составляющая цемента. Поэтому основные усилия ученых и инженеров направлены на снижение именно этой составляющей в бетоне. Однако увеличение активных добавок в цемент, таких как доменный гранулированный шлак, требует совершенствования методов их определения. Такая методика была изложена в докладе представителя государственного предприятия «Орган по сертификации цемента «СЕПРОЦЕМ». Этот метод известен и основан на микроскопическом определении доли шлака в цементе. Метод был усовершенствован разработкой компьютерной программы, которая позволяет существенно ускорить проведение испытания.

Кроме того, этот метод может быть использован для определения количества золы-уноса в цементе. Подобная программа позволяет оценить влияние структуры цементного камня на прочность бетона. Основой качественного бетона может быть только однородный цемент.

Утвержденный план развития Киева до 2020 г. предусматривает изменения ландшафта города, связанные со строительством жилых, офисных зданий высокой этажности с подземным паркингом, гостинично-офисным комплексом, торговыми центрами и объектами социально-культурной сферы и многофункциональными развлекательными комплексами на Рыбальском острове (Киев, Подольский р-н). Использование высокопрочных бетонов в таких сооружениях позволит снизить собственный вес конструкции, уменьшить ее сечение и создать интересные архитектурные формы. Однако нужно выделять следующие реальные группы задач для разработчиков таких бетонов. Промышленное освоение бетонов классов по прочности В80 не должно требовать принципиального изменения сырьевой базы, тогда как разработка бетонов специального назначения по прочности выше В100 требует усложнения состава и использования специальных продуктов, в том числе импортного производства. Группа ученых под руководством д-ра техн. наук **Р.Ф. Руновой** (КНУБА), предложила концепцию разработки высокопрочных бетонов на основе отечественной минеральной базы.

Одним из перспективных направлений снижения клинкерной составляющей в бетоне является более широкое применение гранулированного доменного шлака. Известно, что цементы, содержащие более 50% шлака, имеют низкие строительно-технологические свойства. Поэтому важно улучшить свойства шлакопортландцемента и повысить долговечность искусственного камня. В докладе канд. техн. наук **О.П. Бондаренко** (КНУБА) были представлены исследования, в результате которых было получено однокомпонентное вяжущее, содержащее шлакопортландцемент (60% шлака), метасиликат натрия и щавелевую кислоту. Исследования комплексного вяжущего позволили установить, что срок хранения до 90 сут не влияет на его гидравлическую активность, введение водоредуцирующей добавки позволяет получить цементный камень, прочностью 60 МПа в 28 сут возрасте. Кроме того, было показано, что наибольший положительный эффект достигается при совместном помолу всех составляющих композиционного вяжущего. Таким образом, было представлено вяжущее, которое может на стройплощадку или на бетоносмесительный узел поступать так же как и обычный портландцемент.

Другим компонентом, который позволяет заменить клинкерную составляющую в цементе, является зола-унос и золошлаковая смесь. В докладе канд. техн. наук **Т.Е. Маркова** (Львовская политехника) были представлены результаты исследова-

вания свойств малоэнергоемких цементов, содержащих 70% золы уноса. Показано, что при применении механоактивации, водоредуцирующих и воздухововлекающих добавок можно получить цементный камень прочностью в возрасте 28 сут 30 МПа.

Естественно, что современные бетоны невозможно произвести без применения различного рода химических добавок (модификаторов) в бетон. Поэтому весьма актуальным становится разработка метода, позволяющего прогнозировать эффективность модификаторов бетона. Таким методом может служить термодинамический анализ. В докладе канд. техн. наук **М. Циака** (Варминско-Мазурский университет, Польша) были представлены термокинетическая оценка эффективности цементов и добавок, методологические принципы и критерии, показаны возможности метода при анализе целого ряда добавок.

Заслушанные доклады и их обсуждение показали готовность науки для внедрения в промышленность бетонов новой генерации, композиционных вяжущих. Дело за промышленностью. Производственные предприятия не стоят в стороне, они активно внедряют научные разработки и сотрудничают с НИИ, отметил в докладе **Н.А. Падей**, главный инженер ОАО «Броварской завод строительных конструкций» (Киевская обл.).

И.В. Козлова,
канд. физ.-мат. наук

ИНФОРМАЦИЯ

Горнопромышленный комплекс: перспективы развития малых и средних предприятий в отрасли нерудных материалов

Под таким названием 3 июня 2009 г. в Петербурге состоялась всероссийская конференция. На ней выступили: ректор СПГИ Литвиненко В.С., президент ОПОРЫ России Борисов С.Р., генеральный директор - научный руководитель ОАО НПК «Механобр-техника» Вайсберг Л.А., генеральный директор «Биржа «Санкт-Петербург» Николаев В.В., президент НП «Клуб горнопромышленников Северо-Запада», председатель Комиссии по развитию горнопромышленного комплекса при ОПОРЕ России Лосенко С.Г., и. о. главы администрации Лахденпохского муниципального района республики Карелия Анохина Э.И., президент ассоциации «Недра» Журавлев А.А. и др.

В России функционирует 350 тыс. малых и средних предприятий. К числу малых и средних предприятий относятся подавляющее большинство предприятий нерудных строительных материалов и облицовочного камня. Выступавшие отметили типичные сложности

горного бизнеса. Например, для получения разрешения на разработку месторождения необходимо собрать более 40 подписей, на что может потребоваться несколько лет; срок окупаемости вложений в создание горного предприятия весьма продолжительный; со стороны экологических и общественных организаций часто оказывается неоправданное, спровоцированное давление; тарифы на перевозку продукции настолько высоки, что часто более целесообразной становится поставка щебня из приграничных стран и т. п.

В некоторых выступлениях прозвучал призыв меньше заниматься политикой, а сосредоточить внимание на конкретных делах. Отмечена необходимость создания условий для формирования конкурентной среды, в частности с использованием биржевых механизмов. Выступавшие не согласились с высказанным мнением о возникновении монополизма в промышленности нерудных строительных материалов.

Экструдированный пенополистирол

Как определить качество?

Компания ПЕНОПЛЭКС более 10 лет назад начала производить утеплитель из экструдированного полистирола (XPS). Производство XPS – это довольно сложный технологический процесс. Материал получают путем плавления гранул полистирола при повышенной температуре под давлением с введением вспенивающего агента и последующим экструдированием. Безусловно, для того чтобы получить качественный продукт с высокими физико-механическими свойствами, необходимо современное высокотехнологичное оборудование зарекомендовавших себя производителей. Любое нарушение технологии производства неизбежно ведет к потере конечным продуктом своих свойств.

Как правило, качественные материалы стоят чуть дороже остальных. Попробуем разобраться, за что же платит покупатель, выбирая качество и надежность, и чем может обернуться для него экономия при покупке.

К уникальным характеристикам материала относится в первую очередь показатель **теплопроводности**, который в реальных условиях эксплуатации составляют 0,032 Вт/(м·°C). Именно эта величина свидетельствует о том, насколько материал способен защитить здание от холода или жары. Для сравнения, этот показатель у теплоизоляции из минеральной ваты равен около 0,037–0,043 Вт/(м·°C), у пенопласта – 0,038–0,043 Вт/(м·°C), то есть для того чтобы добиться идентичной теплоизоляции здания, надо применить слой ваты в 1,5 раза больше, чем слой XPS. Такой низкий коэффициент теплопроводности вспененной полистирола достигается за счет **закрытой ячеистой структуры**, которая не позволяет влаге проникнуть внутрь материала. Только четкое выпол-

нение всех технологических требований к производству XPS позволяет создавать материал, обладающий уникальными свойствами, в противном случае свойства псевдоэкструзионного материала мало чем отличаются от обычного пенопласта.

Сравнительные микроскопические исследования структуры экструдированного пенополистирола, произведенного на качественном оборудовании и в соответствии с действующими стандартами (рис. 1, 2), показывают, что такой материал разительно отличается от аналогов, маскирующихся под экструзию.

Сложность отличия качественного материала от подделки для обычного потребителя состоит в том, что некачественный XPS не всегда можно определить по визуальным признакам. Соответствие нормам по теплопроводности, водопоглощению и прочностным характеристикам можно выявить только путем специальных испытаний.

На рис. 3 видна анизотропная структура некачественного XPS. Данная структура приводит к изменению показателей **водопоглощения** материала – оно увеличивается в десятки раз, и псевдоэкструзионный пенополистирол, такой как представленные на рынке марки «ТехноXPS», «ЭКОПЛИТ» и др., впитывает воду и при многократном замораживании-оттаивании разрушается. Это означает, что выполненная из такого материала инверсионная кровля может обрушиться из-за значительного увеличения ее массы. А использование такого утеплителя в конструкции фундаментов мелкого заложения может привести к промерзанию пучинистых грунтов, так как теплоизолятор утратит необходимые свойства по теплопроводности, а это, в свою очередь, может окончиться разрушением конструкции самого фундамента.

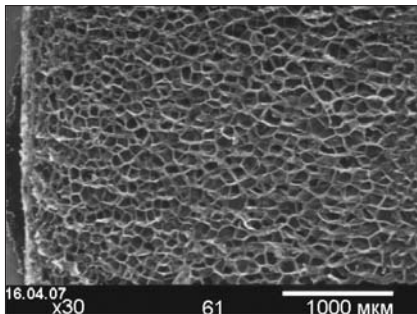


Рис. 1. Морфологическая структура поверхностного слоя плиты качественного экструдированного пенополистирола с размером ячеек 60–100 мкм

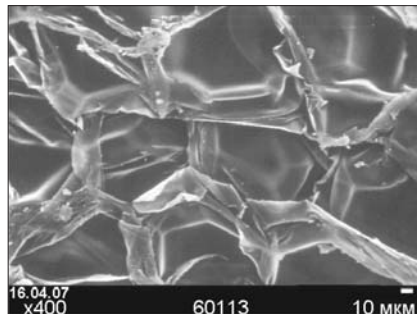


Рис. 2. Качественный XPS. Текстура изотропная. Ребра ячеек практически полностью целые

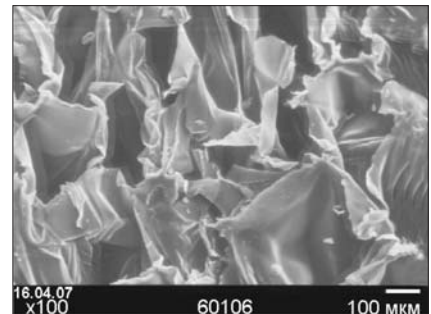


Рис. 3. Некачественный XPS. Анизотропная текстура. Ребра ячеек в основном разрушены

Прочность также является важной характеристикой, отличающей качественный экструзионный материал. У плит торговой марки ПЕНОПЛЭКС® тип 35 прочность при сжатии не менее 0,25 МПа, у ПЕНОПЛЭКС® тип 45 – не менее 0,5 МПа. Такие торговые марки, как «ТехноXPS», «ЭКОПЛИТ» и др., имеют прочность при сжатии менее 0,2 МПа, что подается как революционный XPS-материал с ограниченной областью применения, хотя по своим низким прочностным характеристикам и водопоглощению эти плиты относятся к классу пенопластов. Следовательно, стоить данные материалы должны как пенопласт.

Низкая горючесть – еще один безусловный плюс XPS, которым пренебрегают некоторые недобросовестные производители. Они не вводят необходимого количества антипиренов по причине их высокой стоимости и выпускают плиты с горючестью, не соответствующей установленным нормам. Немудрено, что там, где применен данный материал, вероятность возникновения пожаров возрастает в геометрической прогрессии.

Плиты XPS, произведенные на качественном европейском оборудовании, обладают еще одним очень важным свойством, на которое не обращают внимания экономные производители, использующие дешевое китайское оборудование, а именно **четкой и выверенной геометрической формой** плиты, что способствует ее плотному прилеганию при укладке. Это особенно важно при теплоизоляции отдельных частей зданий, например стен под штукатурку. Плиты, сходящие с дешевых линий азиатского производства, часто не отвечают заявленным допускам, что приводит к удорожанию производства строительных работ на устранение неровностей изделий.

Нельзя не выделить еще одно очень важное свойство, которым обладают только настоящие XPS-плиты, – **долговечность**. Только неукоснительное соблюдение всех необходимых стандартов производства может являться гарантией продолжительного срока службы материала.

За последние годы появилось более двух десятков новых производителей экструзионных материалов. К сожалению, далеко не все компании обладают необходимыми ресурсами – как финансовыми, так и человеческими, чтобы производить XPS, соответствующий мировым стандартам качества. Таким компаниям приходится экономить на оборудовании, сырье и контроле качества выпускаемой продукции, устанавливать «бюджетные» китайские линии, использовать недоброкачественное сырье и сознательно упрощать рецептуру. Такая экономия приводит к тому, что на строительном рынке появляется материал с сомнительными характеристиками, визуально похожий на экструдированный пенополистирол.

В настоящее время в России уже существуют объекты, где независимыми экспертами НИИСФ подтверждено применение некачественных теплоизоляционных материалов на основе XPS, в том числе конструкций кровель и фундаментов.

Разочарование от низкого качества и короткого срока службы такого материала длится гораздо дольше, чем радость от сэкономленных денег при его покупке. А учитывая то, что приходится проводить замену некачественного материала, в полной мере оправдываются слова народной мудрости: «Скупой платит дважды».

На качестве и надежности не стоит экономить!



ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб»

191014, Санкт-Петербург,
ул. Маяковского, д. 31
Тел.: (812) 329-54-11
Факс: (812) 329-54-21

125284, Москва,
Ленинградский пр., д. 31, стр. 3,
офис 406
Тел./факс: (495) 940-66-90
www.penoplex.ru

А.В. МОНАСТЫРЕВ, канд. техн. наук

Требования потребителей к свойствам извести для ячеистого бетона и технологические приемы по их обеспечению

Главным требованием к негашеной извести, применяемой в технологии получения изделий из ячеистого бетона, является условие медленного выделения тепла в начальной стадии гашения. Поэтому критерием качества **воздушной негашеной извести** для изделий из ячеистого бетона являются четыре показателя: содержание $(\text{CaO}+\text{MgO})_{\text{акт}}$ в пределах 85–87%; время гашения 10–15 мин; температура гашения 60–80°C; отсутствие пережога. Кроме того, известь должна поставляться потребителю в измельченном виде. Тонкость помола извести рекомендуется при остатке на сите 0,2 до 8%, при остатке на сите 009 в пределах 3–5%. На рис. 1 приведены кривые гашения воздушной извести, соответствующие требованиям, предъявляемым для производства изделий из ячеистых бетонов.

При обжиге чистого известняка (мела) получить известь требуемого качества в шахтной или вращающейся печи возможно только при повышенной температуре обжига с большим перерасходом топлива и применением в зоне обжига дорогостоящих огнеупорных материалов или существенном снижении производительности печи. Поэтому представляют интерес различные технологические приемы, позволяющие получить известь заданных свойств без указанных недостатков.

Применение легированной негашеной извести. В табл. 1 дана характеристика легированной негашеной извести, полученной обжигом чистого известняка фракции 50–100 мм в обычной шахтной газифицированной печи мощностью 200 т/сут, оборудованной центральной и периферийными диффузионными горелками. Соли NaCl и CaCl_2 вводили в ковш скипового подъемника в виде 30% раствора порционным дозато-

ром. Результаты обжигов подтверждают возможность подбора легирующей добавки в пределах 1–2% для получения извести с требуемыми временем и температурой гашения для производства изделий из ячеистого бетона [1].

Получить известь требуемого качества можно обработкой быстрогасящейся высокоэкзотермичной молотой негашеной извести *в среде CO_2 или смеси CO_2 с парами воды*. Реакция частичной карбонизации CaO протекает с заметной скоростью при температуре материала выше 300°C. Например, при обработке извести при температуре 350°C углекислым газом за время 4, 5, 7, 9 мин в CaCO_3 было связано соответственно 8,9; 10,16; 16,3; 21% CaO , а при температуре 700°C за 5 мин – 21% CaO . В другом эксперименте через слой тонкоизмельченной кальциевой извести с содержанием $(\text{CaO}+\text{MgO})_{\text{акт}} = 90,4\%$, временем гашения 0,7 мин, ППП = 2,4%, температурой гашения 86°C в течение 15 мин пропускали печные газы шахтной газифицированной печи, содержащие 18% CO_2 и 2,5% воды. За это время температура извести поднялась до 300°C. Полученная известь содержала активных $\text{CaO}+\text{MgO} = 80,3\%$, ППП = 7,2%, время гашения 19 мин, температуру гашения 61,5°C.

Исследования карбонизации доломитовой извести выявили, что образование в ней CaCO_3 происходит (в равных условиях) с большей скоростью. Так, при температуре доломитовой извести 350°C за 4 мин в карбонат кальция связалось 17% CaO , а в тех же условиях в кальциевой извести только 8,9% CaO .

Использование карбонизированной извести в образцах ячеистого бетона объемной массой 600 кг/м³ дало положительные результаты [2]. Авторы работы реко-

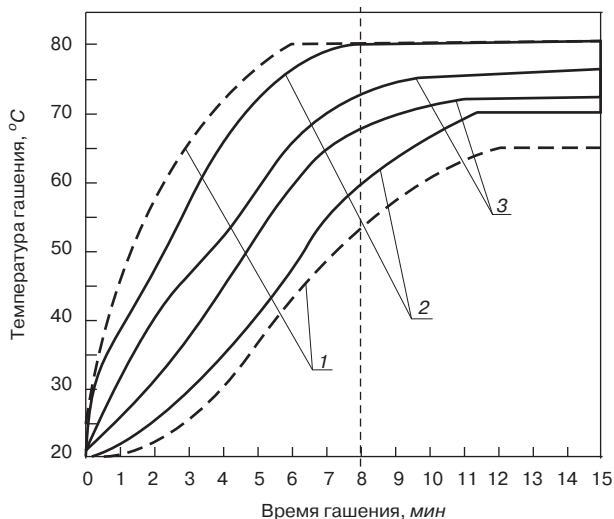


Рис. 1. Требования к качеству извести для ячеистого бетона: 1 – известь допускаемого качества; 2 – известь нормального качества; 3 – известь идеального качества

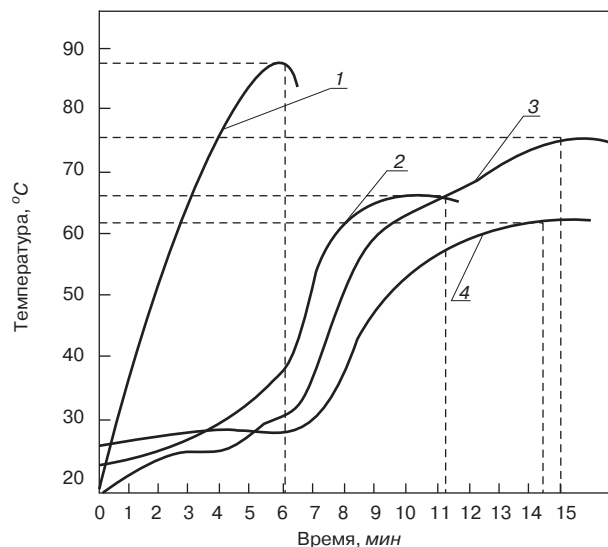


Рис. 2. Кинетика гидратации быстрогасящейся кальциевой извести в присутствии добавки ПАВ: 1 – без ПАВ; 2 – с добавкой алкилсульфатов; 3 – с добавкой неолола; 4 – с добавкой натрийалкилсульфатов

Таблица 1

Вид добавки	Количество добавки, %	Активность извести, %	Время гашения извести, %	Температура гашения извести, %
Без добавки	–	72	2,83	68
NaCl	0,3	77	4	71
	1	80	6,5	73
	2	86	8,7	68
CaCl ₂	0,3	77	5,3	73
	1	85	8	74
	2	86	10,25	66

Таблица 2

Показатели	Состав бетона, % мас. (гидравлическая известь: кремнеземистый компонент)							
	30:70			40:60			50:50	
Плотность, кг/м ³	650	720	850	620	750	870	530	640
Прочность при сжатии, МПа	4,92	6	9,58	6,94	10,94	12,29	5,46	7,87

мендуют следующие промышленные схемы получения карбонизированной извести. По одной схеме гидратационные свойства извести приобретаются в процессе ее измельчения в шахтной или аэробильной мельнице отходящими газами вращающейся печи при температуре 500–700°C. По другой схеме обжиг измельченного сырья во взвешенном состоянии осуществляется с последующей частичной карбонизацией извести в прямой или противоточной частях комбинированной печной установки.

Необходимые свойства извести получают при обжиге шлама отходов карбидного производства ацетилена. Технология производства извести из шлама состоит из следующих операций. Шлам сгущается и окатывается на тарельчатых грануляторах в гранулы размером 10 мм, после чего обжигается во вращающейся печи Ø2,5, длиной 75 или Ø3,6, длиной 110 м, оборудованной внутривспечными теплообменными устройствами для улучшения ТЭП работы печи. Обожженные гранулы измельчают до остатка на сите 009 в пределах 4–5%. Известь характеризуется содержанием активных СаО+МgО = 85–86%, время гашения 10–18 мин, температура гашения 65–67°C.

Применение гидравлической извести для производства изделий из ячеистого бетона имеет преимущество в том, что при этом отпадает необходимость использования в шихте цемента. Гидравлическая известь с модулем 2,8 получена обжигом порошкообразного мергелистого известняка Новороссийского месторождения во вращающейся печи при температуре 1200–1250°C. Химический состав известняка, %: СаО=46,1; МgО=0,77; SiO₂=12,61; Al₂O₃=2,69; Fe₂O₃=1,16; п.п.п.=36,68. Гидравлическая известь получена без пережога, содержит 15–20% свободной СаО и 40–70% белита; время гашения 8–10 мин, размер большинства кристаллов СаО и белита 3–6 мкм. В табл. 2 приведены характеристики ячеистого бетона, приготовленного на основе полученной гидравлической извести, предварительно измельченной до удельной поверхности 4000 см²/г.

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что с использованием гидравлической извести прочность изделий из ячеистого бетона можно существенно повысить при увеличении ее расхода. Это невозможно при изготовлении ячеистого бетона по обычной технологии [3].

Представляет интерес опыт *Николаевского комбината силикатных изделий* (г. Николаев, Украина) использования быстрогасящейся кальциевой воздушной извести в производстве изделий из ячеистого бетона требуемого качества. Сотрудниками НИИСМИ (Киев) и комбината изучено влияние добавок на основе нат-

рийалкилсульфатов и неолонов на сроки гашения быстрогасящейся извести. Добавки вводили в воду при получении алюминиевой суспензии, которая использовалась при приготовлении ячеисто-бетонной смеси. Влияние добавок на кинетику гидратации извести в составе ячеисто-бетонной смеси показано на рис. 2.

Опытным путем были подобраны оптимальные дозы вводимых ПАВ, которые позволили получить ячеистый бетон с улучшенными физико-техническими показателями по сравнению с ячеистым бетоном, приготовленным на медленогасящейся извести. Это вызвано тем, что присутствие ПАВ типа натрийалкилсульфатов и неолонов наряду с замедлением времени гашения извести способствует более равномерному распределению алюминиевой пудры в ячеисто-бетонной смеси и повышению устойчивости ее межпоровых перегородок [4].

Список литературы

1. *Нудельман Б.И., Гасанова А.А., Мамараимов А.* Хлорирующий обжиг в промышленности строительных материалов. Ташкент: Махнат, 1989. 448 с.
2. *Тимашов В.В., Воробьев Х.С., Евстунин Ю.С.* Регулирование температуры и времени гидратации извести: Сб. трудов ВНИИстром. № 28. 1974. С. 97–101.
3. *Маков С.П., Воробьев Х.С., Бутт Ю.М.* Гидравлическая известь как компонент вяжущего автоклавного твердения // Строит. материалы. 1969. № 3.
4. *Назарова Т.Н. и др.* Регулирование скорости гидратации извести введением ПАВ. ВНИИЭСМ. Серия 8. Экспресс-информация. Вып. 4. М. 1987. С. 9–10.

**ЭЛЕКТРОННАЯ
ПОДПИСКА** 

на журнал «Строительные материалы»®



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

В.А. КОНЕВ, генеральный директор, А.Ф. РЕШЕТНЯК, М.В. КОНЕВ, инженеры, ОАО «Липецкстальпроект»

Агрегат для обжига известняка и химико-термического обезвреживания ТБО

Защита окружающей среды — многофакторная проблема городов. Каждый из факторов (транспорт, промышленные предприятия, свалки и др.) представляет значительный источник экологической опасности для населения.

Сложно оценить, какой суммарный вред относительно общего приходится на свалки бытового мусора, которые загрязняют воздушную среду (от самовозгорания и интенсивного выделения вредных летучих веществ, в том числе диоксинов и фуранов), подземные водоемы (от проникновения с атмосферными осадками болезнетворных микроорганизмов, продуктов разложения пищевых отходов) и почву.

Характеристики твердых бытовых отходов

Характерный морфологический состав ТБО для города с населением 300–350 тыс. человек включает (мас. %): бумага и картон — 37,03; древесина — 1,8; текстиль — 8,9; кожа и резина — 2; пластмасса — 8,9; металлы — 14,3; стекло — 16,1; прочее — 8,9. К этому следует добавить, что нередко к названным твердым фракциям добавляются пищевые отходы, количество которых может достигать 25–35%.

Твердые бытовые отходы представляют собой гетерогенную смесь, в которой могут находиться все химические элементы в виде различных соединений. При этом присутствуют потенциально опасные высокотоксичные элементы с высокой летучестью и содержанием соединений галогенов (фтора, хлора, брома), азота, серы, тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия, олова, ртути).

Известны четыре основных вида технологий обращения с ТБО: захоронение (депонирование), компостирование, получение вторичных материалов (рециркуляция), термическая обработка (сжигание), а также комбинации из вышеназванных технологических процессов.

Захоронение — способ наиболее старый и в большинстве стран мира до сих пор наиболее распространенный.

Компостирование — существенный шаг вперед по сравнению с захоронением. Это биохимический процесс разложения органической части ТБО микроорганизмами, в результате которого выделяется углекислый газ, вода и тепло.

Получение (рециркуляция) вторичных материалов из отходов — быстроразвивающееся направление в переработке ТБО. Включает процессы сбора, концентрации и доставки ТБО на площадку автоматизированных мусоросортировочных заводов (комплексов). Здесь отходы сортируются по размерам и материалам, при необходимости измельчаются и пакетируются, а затем отправляются на рециклинг.

Термическая обработка ТБО начиналась с простого костра. Современные технологии включают весьма высокотехнологические элементы, содержащие сложные теплофизические схемы, механические и управляющие системы.

При термической утилизации ТБО в различных агрегатах — противоточных печах (мусоросжигательные и доменные печи), на зеркале расплава шлака, металла, на колосниковых решетках, печах пиролиза

ТБО существует необходимость очистки дымовых, пиролизных газов от продуктов возгонки летучих металлов Zn, Cd, Pb, Hg, углеводородов, диоксинов, фуранов, CO, SO₂ и пр.

При этом могут применяться методы связывания вредностей, таких как HF, HCl, H₂S, SO₂, содой, известью, гидроксидом калия, а тяжелых металлов — аминами. При распылении CaO в потоке дымовых газов на пылеулавливающем аппарате улавливается: HCl с эффективностью 60%; HF с эффективностью 98%; SO₂ с эффективностью 50%; Cd, Pb, Zn с эффективностью >99%; Hg с эффективностью 90%; диоксины и фураны с эффективностью 99,8%.

CaO разрушает диоксины и фураны, вступая с ними в химическое взаимодействие; полнота протекания химической реакции — вопрос температуры и времени.

Вторым решающим фактором, определяющим выбор технологий переработки ТБО, является стоимость проекта и экономическая эффективность его реализации.

Технологическая схема переработки отходов

В проекте предусмотрена комплексная переработка ТБО с использованием принципиально новой технологии — химико-термической утилизации ТБО в двухшахтной печи обжига известняка типа MAERZ. Технологические решения переработки ТБО приняты с учетом экологических требований по минимальному воздействию на окружающую среду и максимальному использованию заключенной в ТБО тепловой энергии, а также по возвращению в производственный процесс вторичных материальных ресурсов. В работе использованы проектные решения основного технологического агрегата ОАО «Липецкстальпроект», ОАО «Липецкий опытно-экспериментальный завод «ГИДРОМАШ», разработчиков технологии ЗАО «Липецкметаллурпроект» и Липецкого государственного технического университета.

Проектная производительность комплекса химико-термической переработки ТБО составляет 55 тыс. т в год.

Технология переработки ТБО обеспечивает:

- полное разложение органических соединений;
- полное окисление всех горючих компонентов;
- получение высококачественной **извести**, пригодной для производства силикатного кирпича и газосиликата, в зависимости от потребности от 50 до 100 т/сут на одном агрегате при снижении расхода топлива на ее производство в 3 раза;
- многократное (в 50–100 раз) уменьшение количества отходов, подлежащих захоронению, с перспективой перехода на полностью безотходный процесс;
- использование тепла дымовых газов для производства пара, электроэнергии и высокотемпературного нагрева воздуха, идущего на горение бытовых отходов;
- перевод токсичных составляющих ТБО в нейтральные соединения;
- высокую производительность агрегата;
- возможность работы агрегата при больших неконтролируемых колебаниях гранулометрического и химического состава ТБО;

- более низкую нагрузку на окружающую природную среду.

Процесс имеет также важные экологические преимущества: просасывание дымовых газов через значительный слой разогретой до высокой температуры CaO, что способствует связыванию хлора, фтора и оксидов серы в безопасные соединения, улавливаемые газоочисткой в виде твердых пылевых частиц.

Преимуществом процесса является возможность перерабатывать совместно с ТБО или отдельно отработанные автомобильные покрышки.

Принятая технология переработки ТБО рассчитана на оборудование, производимое на российских заводах.

Топливом может служить природный газ, мазут, в том числе обводненный, сырая нефть, пылеугольное, водоугольное топливо.

Принципиальная схема технологической линии переработки твердых бытовых отходов приведена на рисунке.

ТБО автотранспортом подаются на приемную площадку, оборудованную навесом. На приемной площадке из ТБО отсортировываются негабаритные куски, которые загружаются в бункер дробилки. ТБО после сортировки подаются на ленточный конвейер и далее на барабанный сепаратор, отделяющий до 10% мелких фракций — элементов питания, щебня и др.

Хвостовая часть барабанного сепаратора работает как барабанный смеситель. В нее подается тонкомолотая негашеная известь для первичной нейтрализации болезнетворных микроорганизмов и нейтрализации неприятных запахов.

Из барабанного сепаратора отходы подаются на сортировочный конвейер. При прохождении отходов по сортировочному конвейеру производится выборка материалов для вторичного использования, таких как полимерные материалы, картон, бумага, стекло, черные и цветные металлы.

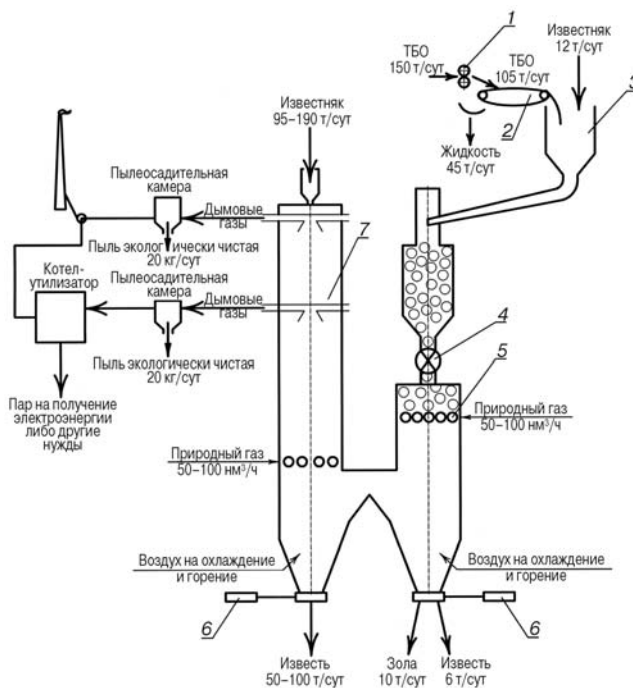
После извлечения вторичных материалов отходы попадают в автоматический валковый либо шнековый пресс для отжима влаги с усилием прессования, позволяющим обеспечить остаточную влажность менее 10 %.

После пресса отходы измельчаются до необходимых размеров и конвейером подаются в бункер агрегата для химико-термической утилизации.

Использование в качестве агрегата для химико-термической утилизации ТБО двухшахтной печи для обжига известняка позволяет организовать работу агрегата следующим образом. В верхнюю часть первой шахты, работающей в режиме прямотока, производится загрузка подготовленных отходов совместно с карбонатным материалом (известняком). Подача топлива и воздуха на горение осуществляется также в верхнюю часть с последующим просасыванием дымовых газов по дымовому каналу из данной шахты во вторую шахту, работающую в режиме противотока.

Это позволяет подвергать перерабатываемые отходы длительному воздействию высокой температуры, при которой количество газообразных вредностей в указанных отходах снижается до минимума, а соединения тяжелых металлов Pb, Zn, Cd, Hg и др., вступая в химическое взаимодействие с CaO, переходят в нейтральное состояние.

Загрузка карбонатного материала для получения извести во вторую шахту печи, работающую в режиме противотока, подача в нижнюю ее часть топлива и воздуха на горение, а также просасывание дымовых газов из первой шахты по дымовому каналу в нее с последующим удалением дымовых газов с помощью дымососа из верхней части этой шахты способствуют полному термическому разложению продуктов горения отходов и продуктов пиролиза. Кроме того, за счет утилизации тепла от сжигания горючей составляющей перерабаты-



Технологическая линия переработки ТБО в шахтных печах: 1 – обезжелезиватель; 2 – сетчатый конвейер; 3 – приемный бункер; 4 – питатель; 5 – выносная топка; 6 – механизм выгрузки; 7 – шахтная печь для обжига известняка

ваемых отходов достигается экономия углеродсодержащего топлива в процессе производства.

Выгрузка извести из второй шахты и выгрузка извести и золы из первой шахты осуществляются непрерывно штатными выгрузными устройствами.

Известь из второй шахты с помощью системы конвейеров поступает на склад извести и далее на реализацию. Известь из первой шахты поступает на барабанный сепаратор, где от нее отделяются зола и шлаки, которые в дальнейшем направляются на захоронение, а известь опять же по системе конвейеров поступает на дробление и помол и далее направляется на нейтрализацию отжатой влаги и первичную обработку ТБО.

Соблюдение технологического режима переработки отходов (контроль, управление работой собственно печи с загрузочными и разгрузочными узлами, котла-утилизатора, рекуператора, электростанции, газоочистки) поддерживается средствами автоматизации.

Состав дымовых газов по основным вредным составляющим контролируется до газоочистки и после нее, так как эти параметры являются информацией для управления режимом технологического процесса.

Загрузка ТБО и известняка в печь, уборка пыли от газоочистки полностью механизированы. Химический состав вывозимой на захоронение пыли из газоочистки предусматривается контролировать в собственной лаборатории.

ОАО «Липецкстальпроект»

398059, Липецк, ул. Калинина, д. 1
Тел.: (4742) 77-08-98, 77-08-90
Факс: (4742) 77-54-42
E-mail: stal_proekt@lipetsk.ru
http://proekt.lipetsk.ru

Л.А. КРОЙЧУК, канд. техн. наук, ЗАО «НИИЦемент»

Экологические проблемы производства извести в странах Европейского союза

По материалам справочника «Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries», February 2009. P. 191–330.

Ведущими производителями извести в странах–членах ЕС являются Германия, Франция, Польша, Бельгия, Испания и Италия. В этих странах производится около 20% выпущенной в мире (172 млн т в 2006 г) извести. В четырех членах ЕС – на Кипре, Мальте, в Нидерландах и Люксембурге известь не производится. В известковой промышленности ЕС действует свыше 100 компаний, основная масса которых небольшие, часто владеющие лишь одним предприятием. Вместе с тем, в последние годы увеличивается тенденция к концентрации производства, и небольшое количество транснациональных компаний начинает контролировать значительную долю рынка.

В табл. 1 перечислено основное обжиговое оборудование, используемое при производстве извести в странах–членах ЕС.

Производство извести весьма энергоемко (табл. 2), и поэтому стоимость тепловой и электрической энергии составляет 30–60% стоимости продукции. В известеобжигательных печах используется ископаемое твердое, жидкое и газообразное топливо, а также горючие отходы и/или биомасса. Отходы могут повлиять на качество извести, и поэтому до применения горючих отходов в печных агрегатах в качестве заменителя топлива необходимо изучить их свойства. В последние несколько лет использование ископаемого топлива сокращается, а горючих отходов растет. В табл. 3 иллюстрируется наблюдавшийся в ЕС (в 2003 г.) характер распределения видов топлива для обжига извести, а в табл. 4 конкретизируется использование (в 2003 г.) указанных видов топлива в обжиговых агрегатах основных типов.

При производстве извести основными влияющими на окружающую среду факторами являются: большие затраты сырья и энергзатраты, выбросы оксидов, повышенная запыленность, а также высокий уровень шума.

Наиболее существенными компонентами выбросов являются: оксиды углерода (CO и CO₂), оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO₂), пыль. Прочие выбросы в воздух в процессе производства составляют: хлористый водород (HCl), фтористый водород (HF), органические соединения, тяжелые металлы, полихлориды-диоксины и дибензофураны, сероводород (H₂S). Кроме того, наблюдаются сбросы воды, потери материала, увеличение отходов и в редких случаях выделение запахов.

На состав и концентрацию выбросов влияют такие факторы, как: тип печи и ее конструкция, характер процесса и его параметры, химический состав и качество сырьевого известняка, вид используемого топлива и эффективность оборудования для снижения выбросов.

При выборе типа печи среди прочего ориентируются на возможность максимально полного использования имеющегося известняка (с учетом гранулометрии и свойств) и способность удовлетворить требования потребителя к качеству продукции.

Конструкцию печи характеризуют: ее способность обжигать специфические (по химическому составу и гранулометрии) виды известняка, использовать различные виды топлива и способы его подачи в печь, поддерживать соотношение воздуха и топлива, соотношение газовой составляющей и твердого материала, определяющее температурный профиль печи, который влияет на взаимодействие отдельных компонентов, содержащихся в печных газах с негашеной известью и известняком.

Таблица 1

Страна	Типы печей						Итого
	1	2	3	4	5	6	
Бельгия	5	3	14	5	9	1	37
Болгария	1	–	2	–	–	–	29
Чехия	–	2	8	–	4	2	16
Дания	1	–	–	–	–	–	1
Германия	1	6	15	32	64	17	135
Эстония	–	–	–	–	–	2	2
Греция	2	–	2	2	–	40	46
Испания	3	1	34	1	1	9	49
Франция	–	2	18	23	–	5	48
Ирландия	–	–	1	–	–	–	1
Италия	–	–	31	4	–	35	70
Кипр	–	–	–	–	–	–	–
Латвия	–	–	1	–	–	–	1
Литва	–	–	–	–	1	1	2
Люксембург	–	–	–	–	–	–	–
Венгрия	–	–	3	–	–	–	3
Мальта	–	–	–	–	–	–	–
Нидерланды	–	–	–	–	–	–	–
Австрия	–	–	3	3	1	3	10
Польша	–	–	4	–	36	1	41
Португалия	–	–	3	–	–	6	9
Румыния	–	–	7	–	–	14	21
Словения	–	–	–	2	–	10	12
Словакия	–	4	3	–	1	13	21
Финляндия	5	–	3	1	–	–	9
Швеция	5	–	4	–	–	–	9
Великобритания	5	2	8	–	–	6	21
Итого	29	20	163	73	116	194	595

1 – длинные вращающиеся печи; 2 – вращающиеся печи с запечным теплообменником; 3 – регенеративные печи с параллельным потоком материала; 4 – кольцевые шахтные печи; 5 – шахтные пересыпные печи; 6 – печи другой конструкции (печи с двумя наклонами шахты, двухшахтные печи, многокамерные шахтные печи, шахтные печи с центральной горелкой, шахтные печи с выносной топкой, шахтные печи с внутренней балкой горелок, печи, оборудованные движущейся решеткой, печи с декарбонизатором, печи с вращающимся подом).

Таблица 2

Тип печи	Вид энергии, потребляемой на обжиг извести	
	Расход тепла, ГДж/т (потребление энергии составляет около 80% общего энергопотребления)	Расход электроэнергии в печи, кВтч/т
1	6–9,2	18–25
2	5,1–7,8	17–45
3	3,2–4,2	20–40
4	3,3–4,9	18–35 ¹⁾ и до 50 ²⁾
5	3,4–4,7	5–15
6	3,5–7	20–40

¹⁾ Для известняка с размером кусков 40–150 мм.
²⁾ Для известняка с размером кусков < 40 мм.

Таблица 3

Вид топлива	Доля, %
Газ	43
Твердое ископаемое	41
Жидкое ископаемое	7
Горючие отходы	8
Биомасса	1

Указанные компоненты удаляются из газовой атмосферы печи, поглощаются обжигаемым материалом и покидают печь в форме составляющей продукции.

Параметры процесса обжига подбирают таким образом, чтобы обеспечить минимальный расход топлива и минимальный выход необожженного известняка. Правильный выбор параметров процесса важен с точки зрения достижения требуемых качественных характеристик продукции и влияния на выбросы.

На выбросы влияют поведение известняка в процессе обжига и содержание в нем примесей. Колебание содержания серы и хлора в известняке (долomite) влияет на содержание выбросов SO₂ и HCl с отходящими газами. Для обеспечения определенных характеристик продукции следует учитывать особенности типа печи и условий процесса.

Природный состав топлива – твердое, жидкое или газообразное, его теплотворная способность и характеристики горения, а также содержание в нем таких компонентов, как сера и хлор, влияют на выбросы в воздух.

Для снижения выбросов в воздух, например пыли, известеобжигательные печи оснащают очистным оборудованием. Тип очистного оборудования зависит от конструкции печи и используемого топлива. Однако выбросы пыли происходят не только в процессе обжига, но и в ходе других процессов, сопровождающих производство извести, например при грохочении, дроблении, измельчении, гидратации и упаковке.

В 2006 г. европейские производители сообщали об ежедневном уровне выбросов в воздух. В табл. 5 приведена информация о наиболее характерных выбросах известеобжигательных печей.

Еще в 1996 г. в Европейском союзе(ЕС) была принята Директива 96/61/ЕС «О комплексном предотвраще-

нии и сокращении загрязнения окружающей среды». В настоящее время действует редакция 2008/1/ЕС Директивы, представляющей собой эффективный инструмент природоохранного управления государств–членов ЕС, основанный на использовании наилучших доступных технологий (НДТ) [1].

Под эгидой Европейского бюро по предотвращению и контролю загрязнения окружающей среды к настоящему времени подготовлены и выпущены справочные документы по НДТ (BREF's) для 26 отраслей промышленности, в том числе рассматриваемый нами справочник для цементной, известковой промышленности и производства оксида магния, последняя редакция которого выпущена в феврале 2009 г.

НДТ является орудием и компонентом системы экологического менеджмента. С ее применением в печи достигается плавный и устойчивый процесс, параметры которого близки к заданным технологическим параметрам, это благоприятно сказывается как на печных выбросах, так и на ресурсо- и энергопотреблении.

С помощью НДТ осуществляется тщательный отбор и контроль поступающих в печь веществ с целью снизить или предотвратить выбросы в воздух оксидов углерода, азота, а также серы, галогенов и таких металлов, как хром, свинец, медь, таллий. На регулярной основе осуществляется мониторинг и измерения параметров процесса, минимизируется расход известняка, осуществляется тщательный подбор, контроль и минимизация поступающего в печь топлива с целью обеспечить минимальное использование ископаемого топлива.

НДТ используют для минимизации/предотвращения выбросов диффузной пыли путем индивидуального или совместного использования различных систем фильтров. НДТ ставит целью снижение выбросов пыли при связанных с пылением операциях до значений меньших 10 мг/нм³ при использовании тканевых фильтров и менее 10–20 мг/нм³ при использовании для очистки влажных скрубберов.

НДТ предусматривают повторное использование собранной пыли особого, характерного для процесса материала и использование отходов производства негашеной и гашеной извести в определенной товарной

Таблица 4

Вид топлива	Детализация видов топлива	Доля топлива, используемого в известеобжигательных печах, %			
		1	2	3	4
Газообразное	Природный газ, колошниковый газ, конверторный газ, бутан/пропан	3	26	69	64
Твердое	Уголь, нефтяной кокс, металлургический кокс, бурый уголь, антрацит	81	60	6	20
Жидкое	Тяжелый, средний и легкий топливный мазут	1	3	14	10
Отходы (природные и биомасса)	Отходы древесины, шины, пластик, отходы жидкого топлива, животная мука, костная мука	14	11	11	3
Биомасса	Древесина, отходы древесины, опилки, отходы сельского и лесного хозяйства	–	–	–	3

Таблица 5

Загрязняющие вещества	Концентрация		Выход на 1 т извести	
	Мин., мг/нм ³	Макс., мг/нм ³	Мин., кг/т	Макс., кг/т
Включения				
Пыль	1<10	>250	0,003–0,006	>1,3
Газы				
NO _x	<50–<100	>2500	<0,15	>12,5
SO ₂	<50	>2000	0	>10
CO ₂	–	–	987	1975
CO	100	>2500	<0,3	>12,5
HCl	0,02–10	>250	0,00006	>1,3
Диоксины (средн.)	0,0155 нг 1–ТЕQ	0,0638 нг 1–ТЕQ	4,7·10 ⁻⁸	3,2·10 ⁻⁷
Тяжелые металлы в газообразной форме и в виде частиц				
Мышьяк	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Кадмий	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Медь	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Марганец	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Ртуть	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Олово	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Теллур	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Ванадий	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Таллий	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Хром	<0,01	<0,1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Сурьма	<0,01	<0,04	<5·10 ⁻⁴	<2·10 ⁻⁴
Селен	<0,01	<0,06	<5·10 ⁻⁴	<3·10 ⁻⁴
Кобальт	<0,01	<0,06	<5·10 ⁻⁴	<3·10 ⁻⁴
Свинец	<0,01	<1	<5·10 ⁻⁴	<5·10 ⁻⁴
Цинк	<0,01	<1	<5·10 ⁻³	<5·10 ⁻³
<p>Примечания. Приведены средние значения величин выбросов, полученные с использованием различного оборудования. Зафиксированы для следующих минимальных объемов отходящих газов в пересчете на стандартные условия (температура 273,15К, давление 1013 гПа, эталонное содержание O₂ – 11%): *3000 нм³/т извести для обычных шахтных печей, кольцевых шахтных печей и печей с параллельным потоком материала; *3700 нм³/т извести для вращающихся печей с запечным теплообменником; *5000 нм³/т извести для длинных вращающихся печей; ТЕQ – коэффициент токсичного эквивалента, в нг/нм³.</p>				

продукции. НДТ направлены на снижение/минимизацию уровня шума при производстве извести.

Базисные документы НДТ юридически не являются обязательными стандартами, они предназначены для того, чтобы представлять информацию руководству промышленности, а также общественности о достижимом уровне выбросов и потребления при использовании специальных технических решений. В каждом особом случае следует определить подходящие допустимые условия, принимая во

внимание цели Директивы IPPC (Системы единого контроля и предотвращения загрязнений) и местные условия.

Литература

1. *Захаров А.И., Бегак М.В.* Программа гармонизации экологических стандартов как инструмент повышения эффективности производства строительной керамики // Строит. материалы. 2009. № 4. С. 17–19.

«ОСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ-2009»

XI-я специализированная выставка
ЖИЛИЩЕ

III-я специализированная выставка
**ИНЖЕНЕРНЫЕ
КОММУНИКАЦИИ
ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ**

Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,
Выставочный центр "Казанская ярмарка"
тел./ факс: (843) 570-51-27, 570-51-11, e-mail: d1@vico.bancorp.ru,
www.volgastroexpo.ru, www.expokazan.ru



с **22** по **25**
сентября

2009



КАЗАНЬ

г. УФА

22-25 СЕНТЯБРЯ

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:
Башкирская выставочная компания
Выставочный комплекс "Башкортостан"
Торгово-промышленная палата Республики Башкортостан
Башкирское республиканское научно-техническое общество строителей

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
Министерства строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан
Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Башкортостан

ПРИ СОДЕЙСТВИИ:
Союза строителей Урала
Республиканского отраслевого объединения работодателей "Союз строителей РБ"



XIX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ФОРУМ УРАЛСТРОЙИНДУСТРИЯ-2009



ОРГКОМИТЕТ: (347) 2531413, 2525927, 2533800, 2531101, 2531433. E-mail: stroy@bvkepo.ru, http://www.bvkepo.ru

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

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

автоматическая обработка измерений
 диапазон 3...100 МПа



УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное прозвучивание
 частота 60...70 кГц
 диапазон 10...2000 мкс



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

отрыв со скалыванием и скалывание ребра
 предельное усилие 60 кН
 диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П

испытание прочности ячеистых бетонов
 предельное усилие вырыва 2,5 кН



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



ДИНАМОМЕТРЫ

ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4
эталонные

сжатия / растяжения
 предельная нагрузка 1...1000 кН



ПМ-1МГ4 / ПМ-2МГ4 / ПМ-3МГ4 / ПМ-5МГ4 / ПМ-10МГ4

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



АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

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



ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный и зондовый режимы
 диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К



АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01
анемометр-термометр
 диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
 -30...+100 °С



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

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



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

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



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4

модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер



до 20 модулей в комплекте
 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



ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

зондовые / контактные 1...2-канальные
 диапазон -40...+250 °С



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.

VII Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России»



28–29 апреля 2009 г. в столице Республики Татарстан Казани прошла VII Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС-2009». Ее традиционно организует редакция отраслевого научно-технического и производственного журнала «Строительные материалы»® в сотрудничестве с РНТО строителей и ОАО «Победа ЛСР» – крупнейшим производителем керамического кирпича в России. Соорганизаторами седьмой конференции выступили Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан и Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Поддержку конференции оказала ГК «ФОН» (Казань).

Несмотря на углубление финансово-экономического кризиса в конференции приняли участие около 180 руководителей и специалистов предприятий по производству строительной керамики, ведущих отраслевых научно-исследовательских институтов, представителей машиностроительных и инжиниринговых компаний из 26 регионов России и 7 зарубежных стран. Естественно, самой многочисленной была делегация Республики Татарстан, ее возглавлял Министр строительства, архитектуры и ЖКХ РТ М.Ш. Хуснуллин. В работе конференции приняли участие директор ФГУП «ЦНИИГЕОЛНЕРУД» Е.М. Аксенов и ведущие ученые института, ректор КазГАСУ Р.К. Низамов, заведующие профильными кафедрами вуза В.Г. Хозин и Р.З. Рахимов, преподаватели, аспиранты и студенты, а также руководители и специалисты семи производственных предприятий строительной керамики.



Экскурсию по заводу для одной из групп участников конференции ведет директор во время строительства предприятия А.В. Татьянчиков (на первом плане)

В последние годы стало традицией первый день конференции проводить выездную сессию на одном из передовых предприятий отрасли в регионе. В этом году по приглашению генерального директора ГК «ФОН» участники конференции посетили новое предприятие группы завод «Ключищенская керамика», которое было торжественно открыто в присутствии Президента Республики Татарстан М.Ш. Шаймиева в ноябре 2008 г.

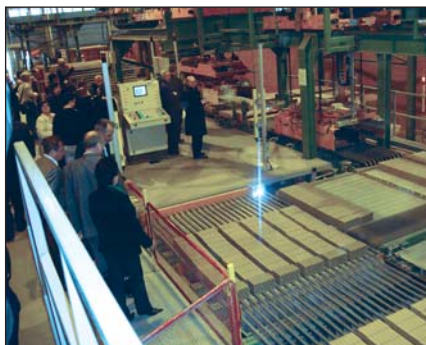
Производственная мощность нового завода 60 млн шт. усл. кирпича в год. На нем установлена линия пластического формования группы компаний Солинсер-Вердес. В качестве сырья используется глина Ключищенского месторождения и мергелистая глина Максимовского месторождения.

Особый интерес к данному предприятию был вызван тем, что это единственный в России проект, полностью укомплектованный испанским оборудованием. В настоящее время в ассортименте завода кирпич рядовой, утолщенный (формата 1,4 НФ персикового, абрикосового и соломенного цвета), а также камень рядовой формата 2,1 НФ.

Экскурсию по заводу проводили руководители и ведущие специалисты предприятия: действующий директор завода И.И. Вагизов, директор во время строительства А.В. Татьянчиков, технический директор Е.В. Бекетнов, главный инженер Е.П. Ганин, зав. лабораторией Т.М. Егорова. Участники конференции получили исчерпывающие ответы на все свои вопросы.

Приветствуя участников конференции, генеральный директор ГК «ФОН» А.Н. Ливада отметил, что общение профессионалов из разных регионов страны и зарубежных специалистов оказывает позитивное влияние на развитие каждого предприятия, позволяет обогатить друг друга опытом, обсудить специфические производственные вопросы.

Пленарное заседание на второй день конференции открыл доклад Министра строительства, архитектуры и ЖКХ РТ М.Ш. Хуснуллина, который рассказал о ситуации в строительном комплексе республики, структуре промышленности строительных материалов и стратегии развития жилищного строительства. Марат Шакирзянович отметил, что Татарстан не



Участников конференции приветствует генеральный директор ГК «ФОН» А.Н. Ливада



Экскурсии на предприятия вызывают живой интерес не только у коллег-производственников, но и у представителей зарубежных инжиниринговых и машиностроительных компаний, ученых НИИ, преподавателей вузов



Специалисты ОАО «Победа ЛСР» с техническим директором завода «Ключищенская керамика» Е.В. Бекетновым



Дебютанты конференции сотрудники фирмы «Новокерам Макс Вагнер ГмбХ» (Германия) Наталья Камптс и Рудольф Шварц



Постоянными участниками конференции стали Марко Брейтенмозер и Мюриэль Шулер (фирма «Фрейматик», Швейцария)

имеет собственного производства цемента, но обладает значительными запасами глинистого сырья. Это предопределило приоритетное развитие производства керамических стеновых материалов, в том числе крупноформатных теплоэффективных камней и блоков. В настоящее время ведется строительство новых, а также поэтапная реконструкция ряда предприятий. По завершении инвестиционных проектов общий объем выпуска керамических стеновых материалов в республике составит около 1,2 млрд. шт. условного кирпича.

Финансово-экономический кризис, резкое сокращение объемов строительства вызвали стагнацию производства строительных материалов, в том числе и керамического кирпича. По прогнозам аналитиков, даже самым оптимистичным, кризис будет длительным и больно ударит по реальному сектору экономики. В этой ситуации коллеги ожидали выступления **С.А. Бегоулева**, управляющего самым крупным кирпичным объединением России – ОАО «Победа ЛСР», включающим пять производств керамического кирпича. Сергей Анатольевич поделился с коллегами информацией о мерах, которые предприняты руководством Группы ЛСР по минимизации потерь кирпичного производства. В частности, разработана «кризисная» производственная программа, планомерно сокращается выпуск продукции, выведена из эксплуатации часть печей. Существенно снижена цена на кирпич, но при этом проводится жесткая финансовая политика: кирпич не отгружается в долг или в зачет стоимости будущих квартир.

Большой интерес участников конференции вызвал доклад партнера юридической фирмы «Бейкер и Макензи» **И.А. Смирнова**, который рассказал об особенностях заключения, контроля, исполнения и завершения договора на поставку технологического оборудования. Докладчик отметил, что проведение тендера, как относительно простой процедуры с четкими критериями оценки предложений и документированием всех этапов, позволяет сэкономить время, оценить одновременно несколько предложений и избежать необоснованных претензий претендентов-поставщиков.

При работе с иностранными поставщиками принципиально важно изначально точно определить твердую смету, сроки исполнения договора, утвердить техническую документацию и обсудить применимое право, а также порядок переписки и общения в ходе

исполнения контракта. Пренебрежение простыми правилами часто приводит не просто к недопониманию, но и существенным, в том числе материальным, претензиям друг к другу.

Полученная информация была весьма полезна, так как многие предприятия отрасли находятся в состоянии реконструкции или планируют инвестиционные проекты.

При подготовке к конференции в Казани были скоординированы действия с Союзом архитекторов Республики Татарстан. В результате деловая программа проекта КЕРАМТЭКС была расширена и заинтересованные участники конференции смогли присутствовать также на заседании круглого стола, посвященного теме «Современное жилищное строительство: проблемы и ошибки в проектировании и строительстве. Пути решения», который состоялся 27 апреля 2009 г. С докладом выступил *д-р техн. наук, зав. лабораторией НИИСФ РААСН А.И. Ананьев*. Были рассмотрены вопросы нормирования теплотехнических требований, долговечности многослойных ограждающих конструкций многоэтажных зданий.

На конференции Алексей Иванович обратил внимание производителей на непосредственную связь физико-технических свойств и формы керамических стеновых материалов с теплопроводностью и влажностным режимом кирпичных кладок наружных стен. Этот вопрос чрезвычайно важен на фоне ужесточающейся борьбы «за фасад» между производителями кирпича и других стеновых и облицовочных материалов.

С рядом докладов выступили представители керамической промышленности Республики Татарстан. В частности, *канд. техн. наук. Н.Н. Умарова (КазГТУ)* рассказала, как с помощью проекционных методов были проанализированы данные геологических исследований глины Ключищенского месторождения. Результаты выполненной работы использованы при отладке технологии нового завода «Ключищенская керамика».

Генеральный директор ООО «Алексеевская керамика» Р.Р. Кабиров представил свое предприятие и показал, что добиться выпуска широкого ассортимента высококачественной продукции можно не только радикальным способом – строительством нового завода, но и путем поэтапной реконструкции действующего предприятия. Он рассказал, что начало истории



Большой интерес коллег вызвала компоновка участка формования и резки



Оснащение сушилки участники конференции смогли осмотреть непосредственно в камере



М.Ш. Хуснуллин, Министр строительства, архитектуры и ЖКХ республики Татарстан



А.И. Ананьев, д-р техн. наук, заведующий лабораторией НИИСФ РААСН



Р.Р. Кабиров, генеральный директор ООО «Алексеевская керамика» (Татарстан)

предприятия было не лишено драматизма, так как его строительство и запуск пришлось на переломный период отечественной социально-экономической системы (завод начали строить в 1987 г., а первый кирпич был выпущен лишь в 1998 г.). Известно, что кризис 1998 г. дал толчок развитию отечественной промышленности. И в 2003 г. на заводе «Алексеевская керамика» была запущена линия по производству лицевого кирпича совместно с французской фирмой «СЕРИК». Параллельно со строительством новой линии проводили усовершенствования на старой – модернизированы сушилки, введен компьютерный контроль режима сушки и обжига, в массозаготовительном отделении установлен дополнительный смеситель и др.

В 2005 г. была проведена реконструкция цеха №2, где были установлены обжиговые печи и сушильные камеры нового поколения.

Специалисты знают, что чем старше оборудование, тем больше средств требуется для поддержания его в работоспособном состоянии. На предприятии был закуплен ряд станков, в том числе токарный станок 1М65, который позволяет обрабатывать крупногабаритные детали диаметром более 1 м и длиной 3 м, например вальцов грубого помола, и создана собственная ремонтная база. Это позволяет экономить средства на покупку запасных частей, а главное – обеспечивает бесперебойную и эффективную работу всего завода.

В настоящее время иностранные компании, работающие в области строительной керамики, считают конференцию КЕРАМТЭКС главной публичной площадкой для контактов с руководителями и специалистами российских производственных предприятий. Многие из них, такие как «Келлер», «Лингг», «Инкерам» и др., являются постоянными участниками и партнерами не только конференции, но и других мероприятий проекта.

КЕРАМТЭКС-2009 был богат на дебюты. Впервые на конференции приехали представители таких зарубежных фирм, как «Айрих», «Бартон», «Браун», «Брукер», «Вакер», «Новокерам», «Петерсон сервис», «РОТО», «Хелмиш» (Германия), «Драгон и стронг» (Китай), «Модена импьянти», «Сакми» (Италия), «Ипиакнери» (Испания), ТМКО ООД (Болгария).

Доклад **Р. Шварца** («Новокерам», Германия) был посвящен инновационной технологии скоростной сушки. Фирма «Новокерам

Макс Вагнер ГмбХ» была основана в 1961 г. Максом Вагнером, который руководил ею до 1987 г. Затем руководство принял его сын Кристиан Вагнер – владелец и руководитель фирмы по настоящее время. С 1970 г. фирма «Новокерам» специализируется на сушильных установках. В настоящее время фирме принадлежат 30% акций фирмы «Тектон», которая проектирует комплексные производственные линии для производства керамики.

В 1990 г. фирма «Новокерам» представила систему сушки, которая способна сушить пористый кирпич с пустотностью не менее 30% за 2–6 ч.

Само название сушильной установки «Ламинарис» говорит о том, что ламинарный поток воздуха, направленный непосредственно на сушильную вагонетку, циркулирует через пустоты в самом кирпиче и в промежутках между ними. Для реализации такой схемы циркуляции воздуха также разработана специальная конструкция узкой и высокой сушильной вагонетки с механизмом фиксации, находящимся в верхней части.

Доказанным является факт, что чем быстрее протекает процесс сушки сырца, тем меньше его усадка. Например, в традиционной сушилке при времени сушки 24 ч усадка составляет 5%, в «быстрой» сушилке усадка составляет 3–3,5%. Для успешной сушки в сушилке «Ламинарис» температура бруса должна составлять 40°C и выше.

Также впервые участвовала в конференции германская фирма «Бартон», более 50 лет занимающаяся разработкой и производством огнеупорных материалов, в том числе и для керамической промышленности и являющаяся одной из ведущих в этом сегменте рынка. В докладе **генерального директора М. Варга** была представлена новая продукция фирмы – огнеупорный материал BurcoLight. Он представил несколько вариантов футеровки печных вагонеток новым материалом, а также привел технико-экономические результаты оснащения им вагонеток на действующих предприятиях. В частности, на заводе Цлив в Чехии произведена футеровка 48 вагонеток размером 1950×1980×405 мм. На них обжигаются керамические трубы, нагрузка на вагонетку составляет 1200 кг, время прохода вагонетки в печи 22 ч, температура обжига 1280°C. В результате применения материала BurcoLight удалось снизить массу вагонетки на 23,5%, температу-



Пленарное заседание. Конференц-зал отеля «Корстон»



Фирма «Браун» (Германия) – дебютант конференции КЕРАМТЭКС. Е.Ю. Комягина и Ранк Маркус



И.Ф. Шлегель представил первый кирпич «церковного» формата, изготовленный на комплексе ШЛ 400



Гао Лихун, генеральный директор и владелец фирмы «Драгон и стронг» (Китай), выступает на конференции впервые



Трантини Вани, технико-коммерческий менеджер компании «Сакми Имола» (Италия)

ру под вагонеткой – с 183°C до 108°C, удельный расход энергии от 1,25 кВт/кг продукции до 1,14 кВт/кг, т. е. на 9%. Экономия расхода газа составила до 200 тыс. м³ в год, что позволило снизить выброс в атмосферу CO₂ примерно на 390 т/год. Экономия расходов на энергию составила около 50 тыс. евро в год.

Фирма «Петерсон сервис» (Германия, докладчик **Т. Клофт**) специализируется на оптимизации энергопотребления при производстве керамического кирпича как за счет модернизации отдельных машин, так и всей технологической цепочки.

С большим интересом ожидали российские специалисты выступление генерального директора и владельца китайской фирмы «Драгон и стронг» господина **Гао Лихуна**. Он рассказал о потенциальных возможностях своей фирмы, ее предложениях для российской промышленности, а также познакомил участников конференции с реализуемыми в настоящее время проектами в России. В частности, полным ходом идет строительство завода лицевого керамического кирпича и пустотелых блоков мощностью 90 млн шт. усл. кирпича в год на Казанском комбинате строительных материалов. Все желающие могли посетить строительную площадку предприятия по окончании конференции.

Всего на конференции было заслушано и обсуждено 30 докладов. С сожалением приходится констатировать, что белорус-

ские и украинские производители оборудования для керамической промышленности вновь ничего не предложили российским заводам с трибуны конференции КЕРАМТЭК.

На конференции была представлена вновь созданная Ассоциация производителей керамических стеновых материалов (исполнительный директор В.Н. Геращенко), ее основные цели и задачи на ближайшую и отдаленную перспективу. Были высказаны надежды, что теперь саморегулирование в отрасли будет носить плановый характер и многие наболевшие проблемы найдут решение.

От лица организаторов конференции редакция искренне благодарит за поддержку Министра строительства, архитектуры и ЖКХ М.Ш. Хуснуллина, сотрудников отдела промышленности строительных материалов и новых технологий Министрства; ректора КазГАСУ Р.К. Низамова, заведующего кафедрой технологии строительных материалов, изделий и конструкций В.Г. Хозина, преподавателей кафедры, а также аспирантов и студентов, принимавших активное участие в оперативной работе по проведению конференции. Слова особой благодарности – генеральному директору ГК «ФОН» А.Н. Ливада и его команде, сердечно принимавших участников конференции на заводе «Ключищенская керамика».



Для проведения переговоров фирма «Айрих» (Германия) построила в фойе выставочный стенд. И.С. Концуров (слева) и М. Вальтер



Мы уверены, что отрасль будет развиваться несмотря ни на что, ведь объединение профессионалов гарантирует успех. До встречи на КЕРАМТЭК-2010, друзья!

Кирпичные фасады: два шага назад

С 1995 г., когда были резко повышены нормативные требования по термическому сопротивлению ограждающих конструкций зданий, в нашей стране началось активное применение многослойных стен с теплоизоляционным слоем из различных эффективных утеплителей. В качестве облицовочного слоя часто выбирался керамический кирпич.

Однако из-за отсутствия достаточного опыта проектирования и возведения таких стен при строительстве многих зданий были допущены серьезные ошибки.

Прошло относительно немного времени, и эти ошибки стали проявляться, иногда весьма драматично.

В 2007 г. было проведено обследование и анализ причин множественного обрушения или появления различных дефектов наружного слоя из керамического кирпича стен многослойных конструкций. Одной из основных причин отказов наружного слоя признано некачественное выполнение строительно-монтажных работ, применяемые проектные решения подвергнуты серьезной критике.

В Московской области, где также имели место массовые дефекты кирпичных облицовок многослойных стен, к вопросу подошли радикально. Распоряжением Минмосobl-стра от 23.05.2008 г. № 18 «О применении трехслойных стеновых ограждающих конструкций с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки при строительстве гражданских зданий на территории Московской области» муниципальным образованиям области, застройщикам, проектным и подрядным организациям было **запрещено применять при проектировании на территории Московской области для зданий и сооружений трехслойные стеновые ограждающие конструкции с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки.**

В Москве рубить с плеча не стали и решили откорректировать технические решения многослойных ограждающих конструкций с облицовкой кирпичом. Первый раз такие «откорректированные» решения НТС Комплекса архитектуры, строительства, развития и реконструкции города Москвы рассматривал 4 июля 2008 г.

В ходе совета по представленным техническим решениям были высказаны существенные замечания. В частности отмечено, что в настоящее время не увязаны модульные размеры выпускаемого кирпича и ячеисто-бетонных блоков, не учтено, что кирпич кладется на строительный раствор, а ячеистый бетон на клей. В альбоме не проработаны узлы сопряжений различных элементов конструкций, не составлена спецификация используемых материалов и конструктивных элементов, не приведены их требуемые характеристики, обеспечивающие надежность и долговечность всей конструкции.

Было высказано мнение о необходимости проведения не только расчетов, но и натурных испытаний различных вариантов стен на огнестойкость и морозостойкость, а также о целесообразности применения в рассматриваемых конструкциях связей из нержавеющей стали.

В связи с серьезностью высказанных замечаний было принято решение рекомендовать временно приостановить в Москве проектирование многослойных ограждающих конструкций с облицовкой кирпичом.

Прошел почти год. Новых домов с многослойными стенами, облицованными керамическим кирпичом стали строить меньше, ранее возведенные дома с такими стенами по-прежнему «трещат», промерзают, кое-где от фасадов отваливаются фрагменты. Производители кирпича также не торопятся менять технологию и переходить на выпуск продукции с новыми параметрами – заведомо более материал- и энергоемкую, а значит и более дорогую.

6 апреля 2009 г. вышло Распоряжение Правительства Москвы № 587-РП «О запрете применения на объектах государственного заказа города Москвы многопустотного кирпича в качестве облицовки слоистых стеновых ограждающих конструкций зданий».

18 мая 2009 г. НТС Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы вновь собрался для рассмотрения откорректированных технических решений многослойных ограждающих конструкций зданий с облицовкой кирпичом.

В работе совета приняли участие представители Москомархитектуры, Мосгосстройнадзора, Мосгосэкспертизы, проектных организаций (Моспроект, МНИИТЭП, ЦНИИЭП жилища, Мосгражданпроект, МосжилНИИпроект, ПИ-2), научно-исследовательских институтов (НИИМосстрой, ЦНИИСК им В.А. Кучеренко, НИИСФ РААСН, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, ВНИИжелезобетон). Вновь созданная Ассоциация производителей керамических стеновых материалов не осталась в стороне – обсуждения такого жизненно важного для отрасли вопроса и организовала участие в заседании НТС представителей ряда крупных предприятий – производителей керамического кирпича (Голицынский кирпичный завод, Московская обл.; «Винербергер кирпич», Владимирская обл., «Победа ЛСР», Санкт-Петербург; Норский кирпичный завод, Ярославская обл.; Рязанский кирпичный завод).

Представлял новый альбом директор по научной деятельности ЦНИИЭП жилища Ю.Г. Граник. Участникам НТС не были продемонстрированы предлагаемые технические решения, а также обоснования каждого из них. Участники НТС были проинформированы, что рассматриваемый альбом был представлен на отзыв ряду организаций.

Представители этих организаций также выступали. Практически все рассказали о значительном количестве замечаний, направленных разработчикам, некоторые замечания были озвучены на НТС. Интересно отметить, что многие выступающие не видели, учтены ли их замечания в обсуждаемом варианте альбома.

В итоге было сделано заключение, что сколь хорошее техническое решение не примени, как хорошо дом не спроектируй, на стройке все равно все испортят. А потому решено было остановиться на незатейливом, тяжелом и дорогом техническом решении конструкций энергоэффективных наружных стен с облицовкой кирпичом 250 мм (в один кирпич) с полным опиранием на железобетонные перекрытия. Но это еще не все. Кирпич для облицовки должен быть полнотелым, в крайнем случае, с тремя технологическими отверстиями. Применение кирпича с утолщенной до 20 мм внешней стенкой еще придется обсудить.

Таким образом кирпичу путь на фасады многослойных стен закрыт, так как нечего даже обсуждать его экономическую целесообразность и конкурентоспособность особенно в условиях кризиса экономики и последующего выхода из него (возрастет цена кирпича, объем и стоимость перевозки, вес конструкции, объем кладочных работ, расход раствора и т. д.).

При этом возникает вопрос: почему утверждается такое, маложизнеспособное техническое решение, если столько крупных организаций точно знает, какими должны быть надежные, эффективные, экономичные многослойные стены с облицовкой кирпичом, и все они дают разработчикам альбома множество дельных замечаний?

Остается надеяться, что здравый смысл возобладает, заинтересованные организации и предприятия объединят интеллектуальные и материальные ресурсы, и строительный комплекс получит нормативно-технические документы, которые станут руководством к действию, а не предметом бесплодных обсуждений.

Тамара Пец

CERAMITEC 2009

место встречи специалистов
керамической промышленности

С 20 по 23 октября 2009 года в Мюнхене пройдет 11-я международная выставка оборудования, техники, технологий и сырья для керамической промышленности и порошковой металлургии Ceramitec 2009.

Выставка проходит один раз в три года, и со времени ее первого проведения в 1979 году Ceramitec превратилась в ведущую всемирную выставку керамической промышленности. В преддверии предстоящей выставки предлагаем Вам совершить небольшой экскурс в историю и вспомнить Ceramitec 2006 – как это было.

Несмотря на большое число мероприятий, проходивших в 2006 году в керамической промышленности, CERAMITEC 2006 вновь подтвердил свою позицию ведущей международной выставки в этой сфере. 10-я Международная специализированная выставка машин, установок, оборудования, технологий и сырья для производства керамики и порошковой металлургии привлекла около 22000 посетителей-специалистов из 106 стран. Это практически столько же, сколько было в 2003 году, хотя время проведения выставки сократили на один день. Более 50% посетителей приехали из зарубежных стран. «Ни одна другая выставка не является настолько интернациональной, как CERAMITEC. Ни одно другое мероприятие не обладает таким широким спектром предложений. На 4 дня выставка объединяет всю керамическую промышленность мира в одном месте», говорит Ойген Эгетенмайр, исполнительный директор Messe München.

Важнейшие международные рынки керамики были представлены в Мюнхене – это подтверждает и количество посетителей из отдельных стран. Наряду с Германией большинство посетителей приехали из Италии, Франции, Турции, Австрии, Испании, Чехии, Великобритании, Польши, Ирана и России. Большой интерес к выставке проявил азиатский регион: впервые выставку посетили корейцы, а число посетителей из Японии увеличилось в несколько раз. Выставка, как и прежде, имеет большое международное значение, более 50% посетителей приехали из стран, расположенных за пределами Европы, и большинство из них – руководители предприятий.

На выставке CERAMITEC–2006 612 участников из 42 стран представили продукцию и услуги, начиная с грубой и тонкой керамики, производства сырья до огнеупорной промышленности и порошковой металлургии. После Германии наиболее многочисленными были участники из Италии. Число участников из Азии и Среднего Востока возросло наравне со спросом из Центральной и Восточной Европы. Лидеры рынка используют CERAMITEC, чтобы продемонстрировать новые машины, установки и способы производства.

Положительный отклик вызвал новый CERAMITEC FORUM, со сцены которого представлялась информация о развитии керамической промышленности.

Подробную информацию о выставке можно получить на сайте www.ceramitec.de и www.messe-muenchen.ru

Представитель Messe München GmbH в России поможет Вам в организации посещения выставки.

Будем рады ответить на все интересующие вопросы.

Телефон для справок: +7 (495) 697 16 70 (72)

e-mail: messe-muenchen@mawy.de



Messe München International

the diversity

**Супер-выставка:
большой выбор для
лидеров мирового рынка.**

C

ceramitec.de

Топ-предложение на CERAMITEC! Ведущая всемирная выставка с широким ассортиментом предложений, представляющая все области керамики, технической керамики и порошковой металлургии, является важнейшим событием для руководителей международного бизнеса. Воспользуйтесь этим форумом, где ведущие фирмы отрасли демонстрируют новейшие достижения и тенденции развития мирового рынка.

CERAMITEC 2009
Новая мюнхенская ярмарка, 20 – 23 октября

11-я международная отраслевая выставка оборудования, технологий и сырья для индустрии КЕРАМИКИ и ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

ООО „Мессе Мюнхен МАВИ“ • 119019, Москва
Тел. (495) 697 16 70 • Факс (495) 697 79 89 • messe-muenchen@mawy.de

RUSBUILD

ОСЕНЬ 2009

14-16 сентября, Москва, Крокус Экспо
в рамках Международного Форума «Доступное и комфортное жилье»



www.rusbuild.com

«РУСБИЛД осень» – проект, сосредоточивший свое внимание на широком спектре тематики строительной индустрии и призванный оказать содействие реализации Приоритетного Национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России»

RUSBUILD
ОСЕНЬ 2009

тел./факс: +7 (495) 956-48-22
e-mail: info@rusbuild.com
<http://www.rusbuild.com>

Фирма «Келлер ХЦВ» строит новую туннельную печь в г. Сурабая, Индонезия

На протяжении двух поколений на кирпичном заводе Пабрик Гентенг Керамик «GOOD YEAR» производится черепица, декоративный кирпич и разнообразные доборные изделия. Фирма Келлер ХЦВ построит для семейного предприятия современную туннельную печь для обжига черепицы.

В день будет производиться около 39 000 шт. черепицы. Решающим фактором сотрудничества в рамках данного проекта явилось доверие к надежному печному оборудованию с продуктивной системой управления от фирмы Келлер ХЦВ.

Установка будет оснащена термокамерой, подогревателем, печью, облицованной согласно общепринятым правилам, и воротами на выезде, а также комплектной системой транспортировки печных вагонеток. Наряду с испытанными энергосберегающими устройствами все блоки контролируются сохраняюще-программируемой системой управления Simatic S7 и системой управления процессом фирмы Келлер ХЦВ K-matic.



Подписание контракта (слева-направо): Петер Хинкен (региональный менеджер по сбыту компании Келлер ХЦВ), Хартоно Халим (генеральный директор Пабрик Гентенг Керамик), Ульрих Хагеманн (руководитель отдела сбыта компании Келлер ХЦВ)

KELLER H.C.W.
A **keyria** COMPANY

Rieter
A **keyria** COMPANY

KELLER HCW GmbH • Абонентный почтовый ящик 2064 • 49470 г. Иббенбюрен-Лаггенбек • Германия
Представительство в России / СНГ: Г-н Готфрид Ристль • ул. Кульнева, дом 3 • 121170 г. Москва
Телефон: +7 495 258 39 35 • Телефакс: +7 495 258 39 49 • Мобильный телефон: +7 495 10 64 749
Электронная почта: ristl@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru

keyria A DIVISION OF GROUPE LEGRIS INDUSTRIES

Н.Н. УМАРОВА, Р.Г. РОМАНОВА, кандидаты. хим. наук,
Казанский государственный технологический университет; А.Н. ЛИВАДА, ген. директор
ЗАО «ФОН» (Казань, Республика Татарстан)

Анализ свойств ключищинской глины проекционными методами

При производстве керамических изделий качеству глинистого сырья уделяют наибольшее внимание, поскольку именно от его состава и свойств зависит технология его переработки, формования, сушки, обжига, а также качество продукции. Обычно до строительства заводов проводят геологические исследования глинистого сырья разрабатываемого месторождения, а также технологические исследования с целью отработки оптимальных параметров и режимов. Входному контролю сырья необходимо уделять внимание и во время эксплуатации завода, особенно если на предприятии внедрена система менеджмента качества на соответствие требованиям ИСО 9001.

Однако входной контроль глинистого сырья зачастую является формальной процедурой определения ряда показателей, которые не всегда однозначно определяют технологические свойства. Следовательно, принимать какие-либо решения по регулировке или корректировке состава исходного сырья или шихты практически невозможно. Кроме того, не существует очевидной связи между показателями качества глинистого сырья и свойствами конечной продукции – керамического кирпича.

Глинистое сырье – это сложная многокомпонентная система, которую можно характеризовать как единое целое: либо с позиций ее полного химического состава,

Таблица 1

Результаты испытаний технологических проб [3]

№ скважины	Матрица X								Матрица Y			
	Число пластичности	Формовочная влажность, отн. %	Чувствительность к сушке по Чижскому, с	Воздушная линейная усадка, %	Песчаная фракция более 0,06 мм, %	Пылеватая фракция 0,06–0,005 мм, %	Глинистая фракция 0,005–0,001 и менее 0,001, %	Глинистая фракция менее 0,001 мм, %	Обжиг при температуре 950°C			
									Общая линейная усадка, %	Водопоглощение, %	Предел прочности, кг/см ²	
								при сжатии			при изгибе	
1	14,5	21,6	60	9,5	3,02	52,56	44,42	29,98	10,8	10	193,6	164,2
4	11,3	18,1	69	7,6	2,88	65,14	31,98	23,2	7,6	13,9	132,2	94,6
7	14,8	22,2	58	10,1	4,34	51,44	44,22	33,56	10,8	9,2	227,3	184
10	13,3	20,4	61	9	2,24	59,18	38,58	29,86	9,9	10,1	207,7	143,8
14	13	18,9	65	7,9	2,3	62,84	34,86	25,26	8	12,4	148,1	104,9
18	16	23,2	58	10,1	3,36	48,98	47,66	34,92	10,7	9,1	245,9	193,1
20	12,7	19,7	67	8	3,87	57,31	38,82	26,94	8,2	13,5	143,8	105,5
24	15,4	22,2	59	10	2,28	52,18	45,54	33,12	10,8	9,4	229,3	168,2
32	15,2	22,5	58	10	2,37	55,29	42,34	30,51	10,7	9,3	230,8	154,6
36	12,9	19,9	62	7,9	2,67	58,71	38,62	28,42	9,1	13,1	189,7	142,8
37	9,9	16,4	180	4,3	3,1	63,06	27,84	21,74	4,5	16,8	86,8	39,5
41	14,1	21	60	9,4	7,45	48,53	44,02	33,18	10,2	12	196,9	155,1
45	14,8	22	63	9,5	4,53	51,85	43,62	31,54	9,8	11,7	229,3	125,6
47	12,6	19,6	66	8,4	3,41	59,47	37,12	26,9	9,2	12,7	177,9	143,5
49	10,3	18,9	68	7,9	2,77	63,55	33,68	24,06	8,2	13,5	143,8	93,4
52	13,5	20,9	61	9,4	2,99	58,94	38,07	29,79	9,7	12,3	207,7	142,8
55	11,8	19,3	64	8,7	1,87	63,93	34,2	27,12	8,8	12,9	166,9	125,5
61	11,8	18,9	67	8,1	3,1	60,18	36,64	26,16	8,7	13,3	166,3	105,5
65	12,2	19,4	66	8,2	0,94	60,95	38,11	27,27	9	12,9	207,7	104,9
67	10,1	17,4	83	7,6	3,04	66,77	30,19	22,51	8	13,5	132,2	105,5
п/зав. №5	12,3	19,7	66	8,2	4,97	61,81	33,22	26,58	8,3	13,5	93,2	86,7

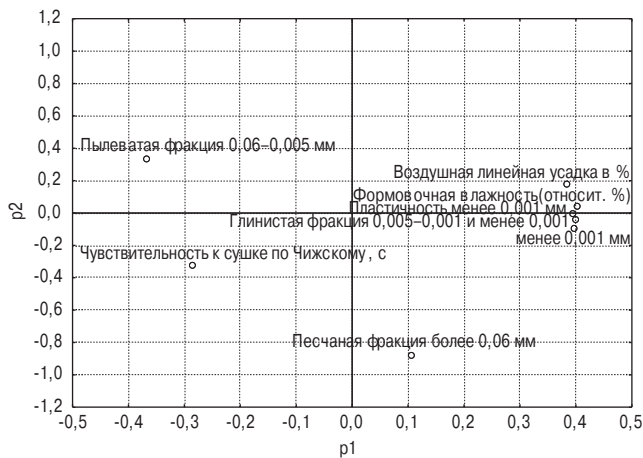


Рис. 1. График нагрузок GK1X – GK2X

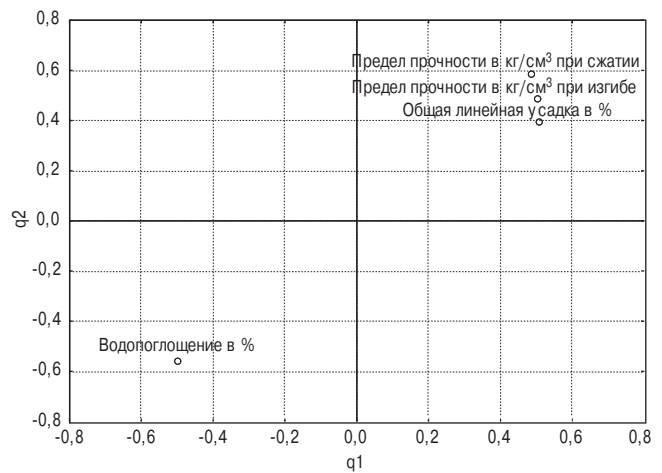


Рис. 2. График нагрузок GK1Y – GK2Y

либо – полного минерального состава, либо с позиций технологических свойств, либо как совокупность всего выше перечисленного.

При изучении сложных физических и химических систем в последние годы все большей популярностью в мире пользуются проекционные математические методы анализа многомерных данных [1, 2], среди которых – метод главных компонент (МГК) – Principal Component Analysis (PCA) и проекция на латентные структуры (ПЛС) – Partial Least Squares (PLS). Эти методы позволяют выделить в большом массиве данных скрытые (латентные) переменные и анализировать связи, существующие в изучаемой системе. Под главной компонентой понимается латентная переменная, которая в математическом смысле является линейной комбинацией исходных переменных и может быть формально определена как собственный вектор ковариационной матрицы данных. Модели, получаемые при этом, не являются содержательными, однако этот подход эффективен, поскольку может дать всеобъемлющее представление о структуре данных и о связи данных.

В данной работе на основании такого подхода, были проанализированы результаты геологических исследований глины ключишинского месторождения, выполненные в 1990 г. [3]. Из этих результатов составили исходную матрицу данных размером 21×13 (см. табл. 1), в которую вошли данные технологических свойств и результаты испытаний 21 образца глины.

Используя программный пакет STATISTICA, была построена МГК – модель для анализа связи свойств обожженных изделий от технологических свойств глинистого сырья. Для анализа в качестве переменных – предикторов были взяты показатели технологических свойств сырья, а в качестве откликов – показатели качества обожженных изделий (кирпича). Таким образом, матрица X имела 8 переменных, а Y – 4 переменных.

В результате получили модель, имеющую две главные X-компоненты (GK1X и GK2X) и две главные Y-компоненты (GK1Y и GK2Y), т. е. значительно уменьшилась размерность матрицы с восьми и четырех переменных до двух и двух соответственно.

Изучая полученные графики нагрузок (рис. 1 и 2), можно сделать следующие выводы:

1. Такие показатели глины, как воздушная линейная усадка, формовочная влажность, содержание глинистых частиц, фракция частиц менее 0,001 мм, находятся в очень тесной связи друг с другом. Иначе говоря, осуществлять контроль ключишинской глины по всем этим показателям одновременно нецелесообразно, достаточно выбрать из них наиболее экономичный и

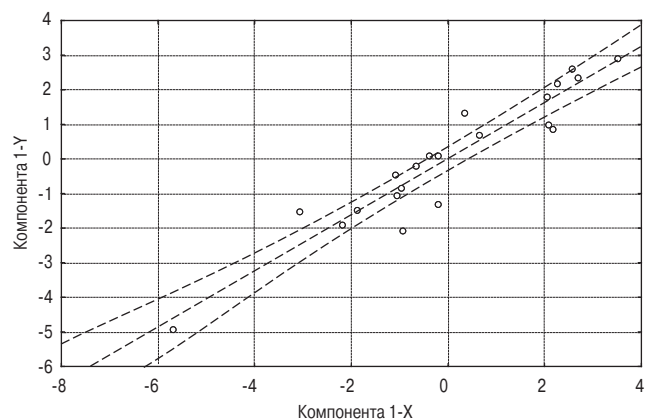


Рис. 3. Корреляция между первыми главными компонентами матриц X и Y

быстрый метод испытаний, например содержание глинистых частиц.

2. Такие показатели качества готовых изделий, как предел прочности при сжатии и изгибе, общая линейная усадка, также находятся в сильной корреляции друг с другом. Возможно, одного показателя, например предела прочности при сжатии, вполне достаточно для присвоения марки продукции.

Далее при изучении попарных зависимостей между главными компонентами матриц X и Y GK1 – GK1, GK1 – GK2, GK2 – GK1 и GK2 – GK2, была обнаружена явная зависимость между первыми главными компонентами GK1X и GK1Y, отвечающими двум разным матрицам с коэффициентом корреляции, равным 0,947. При этом уравнение регрессии на первую главную компоненту имеет вид (рис. 3):

$$GK1Y = 0,0000 + 0,81127 \times GK1X$$

Наличие однозначной связи параметров готовой продукции от показателей исходного глинистого сырья позволяет предсказывать марку будущей продукции по результатам входного контроля.

Список литературы

1. К. Эсбенсен. Анализ многомерных данных. Избранные главы / Пер с англ. С.В.Кучерявского; Под ред. О. Родионовой. Казань: Изд-во КазГАСУ, 2008.
2. Родионова О.Е., Померанцев А.Л. Хемометрика в аналитической химии. <http://rctc.chph.ras.ru/>
3. Пихтин Н.Д., Харламов В.П. Отчет о доразведке Ключишинского месторождения кирпичных глин (Верхнеуслонский район ТАССР). Казань, 1990 г.

А.И. АНАНЬЕВ, д-р техн. наук, главный научный сотрудник НИИСФ РААСН;
В.П. АБАРЫКОВ, канд. техн. наук, начальник Научно-технического управления Минмосoblстроя (Москва); С.А. БЕГОУЛЕВ, инженер, управляющий, А.С. БУЛАНЬИ, инженер, начальник отдела перспективного развития, ОАО «Победа ЛСР» (Санкт-Петербург)

Влияние технологических факторов на теплопроводность и влажностный режим кирпичных кладок наружных стен из пустотелого керамического кирпича и камня

Промышленность строительных материалов России вышла на новый качественный уровень производства кирпича. Объем выпуска пустотелых керамических изделий составляет около 80%. Оборудование, используемое для производства пустотелого кирпича и камня, в основном импортное. В кирпичах и камнях, выпускаемых на импортных прессах, допустимые размеры щелевых пустот увеличили с 12 до 16 мм, диаметр вертикальных цилиндрических и размер стороны квадратных пустот — с 16 до 20 мм [1]. Увеличенные размеры пустот были введены в ГОСТ 530–95 [2]. Одновременно Госстроем России планировалось поручить научно-исследовательским институтам совместно со строителями разработать новые технологии кладки, исключающие заполнение пустот раствором. В связи с незавершенностью этой работы большинство строительных организаций продолжают вести кладку стен по технологии, разработанной для полнотелого кирпича. В результате расход раствора на кладку стен увеличился с 0,2–0,24 м³ до 0,3–0,4 м³, что приводит к перерасходу раствора на 300 кг (цемента на 50–100 кг) на 1 м³ кладки. Попавший в пустоты раствор снижает теплозащитные свойства стен, не улучшая их прочностных показателей.

Если бы материалы кирпичной кладки находились при эксплуатации в сухом состоянии, то повышенное содержание цементно-известково-песчаного раствора плотностью 1800 кг/м³ не приводило бы к ощутимому

снижению теплозащитных качеств наружных кирпичных стен, поскольку его коэффициент теплопроводности λ , равный в этих условиях 0,58 Вт/(м·°С), при одинаковой плотности с керамикой (1800 кг/м³) незначительно превышает ее теплопроводность, равную 0,55 Вт/(м·°С). Однако в условиях эксплуатации кладка находится во влажном состоянии, что значительно повышает λ стены. Сорбционная влажность цементно-известково-песчаного раствора приближается к 5%, а плотного керамического кирпича не превышает 1%.

Сорбционная влажность стеновых и облицовочных материалов из пористой керамики, например производства ОАО «Победа ЛСР», как правило, не превышает 0,6%. Определенная экспериментальным способом эксплуатационная влажность кирпичной кладки на взятых из стен пробах при массовом соотношении материалов кирпич:раствор, равном 3:1 при относительной влажности наружного воздуха $\phi_n = 97\%$, соответствующей ϕ_n в январе для Москвы и С.-Петербурга, составляет существенно большую величину.

Целесообразно отметить преимущество стен из пористой керамики (рис. 1). На значение эксплуатационной влажности влияет не только особенность структуры пор, но и значительно меньшее количество раствора в стенах из крупноформатных керамических камней. В условиях эксплуатации кирпичная стена набирает наибольшее количество влаги в период максимального влагонакопления, т. е. в марте. В этот период кирпич и раствор находятся в сверхсорбционном состоянии. Раствор, набравший влагу, в результате соприкосновения отдает ее порам кирпича, повышая общее влагосодержание кладки. Влага, замкнутая в крупных порах, имеет теплопроводность 0,55 Вт/(м·°С), что почти в 20 раз выше теплопроводности влажного воздуха, равной 0,027 Вт/(м·°С). При сильных морозах часть накопившейся влаги в известково-цементно-песчаном растворе и в значительно меньшем объеме в керамике превращается в лед, теплопроводность которого составляет 2,3 Вт/(м·°С), что в 4 раза превышает теплопроводность воды. Кроме того, образовавшийся лед является барьером в стене на пути уходящего наружу из помещения пара. Это увеличивает влагосодержание материалов и снижает теплозащитные качества стены и морозостойкость лицевого кирпича в облицовочном слое.

По этим причинам на основании результатов натуральных и лабораторных исследований расчетное (нормативное) значение эксплуатационной влажности кирпичной кладки из плотного кирпича для условий эксплуатации Б принято 2%, что существенно превы-

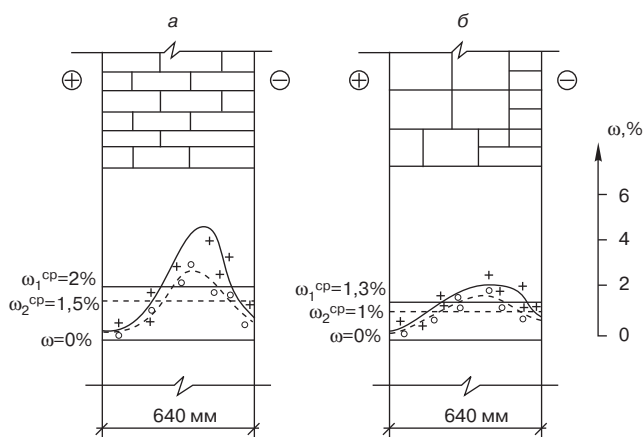


Рис. 1. Распределение эксплуатационной влаги в наружной кирпичной стене: а – из полнотелого керамического кирпича; б – из пустотелых камней с пористой керамикой; — на период максимального влагонакопления (март); - - - - за отопительный период

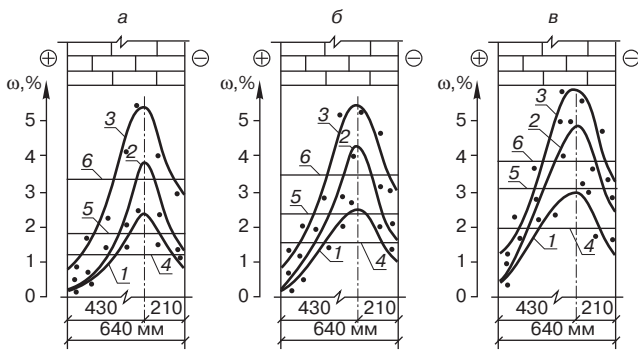


Рис. 2. Влажностный режим фрагментов кирпичных стен из 21-пустотного кирпича $\gamma=1300 \text{ кг/м}^3$ с размером пустот $20 \times 20 \text{ мм}$ на цементно-известково-песчаном растворе $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$: а – расход раствора $0,23 \text{ м}^3$ на 1 м^3 кладки; б – то же $0,3 \text{ м}^3$; в – то же $0,4 \text{ м}^3$; 1 – кирпича; 2 – кирпичной кладки; 3 – кладочного раствора; 4, 5, 6 – среднее значение влажности соответственно кирпича, кладки, кладочного раствора.

шает максимальное значение сорбционной влажности керамики, равной $\approx 1\%$. Для цементно-известково-песчаного раствора нормативное значение влажности для условий эксплуатации Б принято равным 4% . Оно несколько ниже максимального сорбционного значения, равного $5-6\%$. Часть влаги из раствора передается прилегающей керамике. Особенно это заметно в кладке из пустотелого кирпича, имеющего более развитую наружную поверхность, соприкасающуюся с влажным раствором, почти в два раза превышающую площадь полнотелого. Также в кладке из пустотелого кирпича на $30-40\%$ больше раствора, чем в кладке из полнотелого. Поэтому пустотелый кирпич входит в эксплуатационное влажностное состояние за более короткий срок.

Установление количественной зависимости влияния кладочного раствора на влажностный режим стен выполнялось в климатической камере на трех фрагментах стен размером $1,8 \times 1,8 \times 0,38 \text{ м}$, изготовленных в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко совместно с НИИСФ, из кирпича Голицынского завода с шириной щелевых пустот $12, 16$ и 20 мм . При изготовлении фрагментов замерялся расход раствора. Аналогичные испытания выполнялись в натуральных условиях и в климатической камере на стенах толщиной 640 мм , изготовленных из кирпича с квадратными пустотами $20 \times 20 \text{ мм}$. Изготовление фрагментов стен для испытаний выполнялось квалифицированными каменщиками с фиксированным расходом раствора $0,23, 0,3$ и $0,4 \text{ м}^3$ на 1 м^3 кладки. Раствор применялся цементно-известково-песчаный, плотностью 1800 кг/м^3 , состава $1:0,9:8$ (цемент:известь:песок) по объему на портландцементе марки 400 с осадкой конуса 9 см . Стены, испытанные в натуральных условиях, изготавливались по технологии, разработанной для полнотелого кирпича, т. е. с частичным заполнением пустот раствором. Консистенция и плотность раствора не контролировались. Допускалось «омолаживание» раствора, т. е. с нарушениями технологического регламента, присущими построечным условиям. Поэтому результаты теплотехнических испытаний кладки стен в натуральных условиях существенно отличаются в худшую сторону от полученных в климатической камере.

Анализ результатов испытаний в настоящей статье проводится по данным, полученным в климатической камере. Фрагменты стен были изготовлены из 21-пустотного кирпича плотностью 1000 кг/м^3 и 1400 кг/м^3 с размером пустот $20 \times 20 \text{ мм}$. Кладка фрагментов выполнялась на цементно-известково-песчаном растворе плотностью 1800 кг/м^3 с осадкой конуса 9 см . Толщина горизонтальных растворных швов составляла 12 мм , вертикальных 10 мм . В целях сравнения теплотехнической эффективности фрагментов стен первый был изготовлен

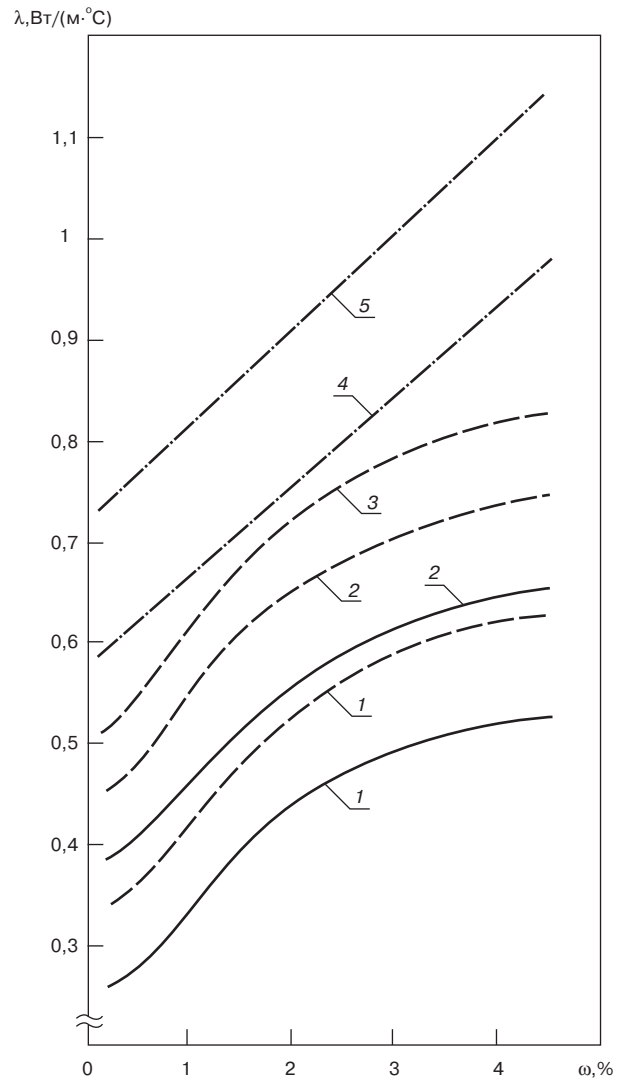


Рис. 3. Зависимость теплопроводности кирпичной кладки из пустотелого кирпича от влажности: ——— кирпичная кладка при расходе кладочного цементно-известково-песчаного раствора $0,23 \text{ м}^3$ плотностью $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$; - - - - - то же при расходе раствора $0,4 \text{ м}^3$; 1 – из кирпича $\gamma=1000 \text{ кг/м}^3$ на цементно-известково-песчаном растворе плотностью $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – то же из кирпича $\gamma=1400 \text{ кг/м}^3$; 3 – из кирпича $\gamma=1400 \text{ кг/м}^3$ на цементно-известково-песчаном растворе плотностью $\gamma=2000 \text{ кг/м}^3$; 4 – цементно-известково-песчаный раствор $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$; 5 – цементно-известково-песчаный раствор $\gamma=2000 \text{ кг/м}^3$.

по технологии полностью исключая заполнение пустот раствором, т. е. по технологии, соответствующей кладке из полнотелого кирпича. Расход раствора составлял $0,23 \text{ м}^3$. Второй и третий фрагменты изготовлены соответственно с расходом раствора $0,3 \text{ м}^3$ и $0,4 \text{ м}^3$ на 1 м^3 кладки, т. е. с частичным заполнением пустот. Плотность кладки из пустотелого кирпича плотностью 1000 кг/м^3 соответственно составляла $1180, 1310$ и 1490 кг/м^3 . Из пустотелого кирпича плотностью 1400 кг/м^3 плотность кладки, повысилась до $1492, 1618$ и 1798 кг/м^3 .

Для приобретения равновесного влажностного состояния, соответствующего воздушно-сырому при $t_b=20^\circ\text{C}$, $\phi_b=40\%$, до испытаний в климатической камере фрагменты выдерживали в специальном помещении. Поскольку для наступления стационарных условий диффузии водяного пара требуется продолжительное время, исследования в климатической камере проводили в течение трех месяцев при $t_n=-20^\circ\text{C}$, $t_b=20^\circ\text{C}$. Пробы материалов для определения влажности отбирали в соответствии с расходом на 1 м^3 стены, т. е. при расходе раствора $0,23 \text{ м}^3$ это соотношение

Теплотехнические свойства кирпичной кладки из пустотелого керамического кирпича

Наименование кирпича	Плотность, кг/м ³		Расход раствора на 1 м ³ кирпичной кладки м ³	Массовое отношение влаги кирпичной кладки в условиях эксплуатации Б, ω, %	Коэффициент теплопроводности кирпичной кладки λ _к , Вт/(м·°С)	Превышение в % от наименьшего значения λ при ω=1,8% (без заполнения пустот раствором)
	кирпича	кирпичной кладки				
На цементно-известково-песчаном растворе γ = 1800 кг/м ³						
Керамический 21-пустотный с размером пустот 20×20 мм	1000	1180	0,23	1,8	0,43	
	1000	1310	0,3	2,3	0,54	25,6
	1000	1490	0,4	2,9	0,59	37,2
	1400	1490	0,23	1,8	0,56	
	1400	1620	0,3	2,3	0,65	16
	1400	1800	0,4	2,9	0,7	25
На цементно-песчаном растворе γ = 2000 кг/м ³						
Керамический 21-пустотный с размером пустот 20×20 мм	1400	1540	0,23	1,8	0,58	
	1400	1680	0,3	2,3	0,74	27,6
	1400	1880	0,4	2,9	0,77	32,8

составляло 1:3 (одна часть раствора : три части керамики), при 0,3 м³, принималось 1:2, а при 0,4 м³ – соответственно 1:1,5. В кладке, выполненной с расходом раствора 0,23 м³ влажность керамики с 0,2% в воздушно-сухом состоянии увеличилась до 1,2% с максимальным значением 2,2% на расстоянии 0,33 толщины стены от наружной поверхности. Влажность раствора в этом месте составляет 5,4% при среднем значении 3,3%. Среднее массовое отношение влажности кладки составило 1,8% при максимальном значении 3,8%. При увеличении расхода раствора до 0,3 м³ на 1 м³ кладки из пустотелого кирпича среднее значение влажности кладки составляет 2,3%; при расходе раствора 0,4 м³ влажность кладки повысилась до 2,9% (рис. 2). В двух последних случаях среднее массовое отношение влажности соответственно на 15% и 45% превышало нормативное значение, равное 2%. Во всех трех случаях массовое отношение влаги (максимальное и среднее значения) цементно-известково-песчаного раствора в кладке почти не изменяется. Среднее значение влажности кладки растет быстрее, чем раствора. Это, очевидно, связано со способностью раствора отдавать сверхсорбционную влагу керамике контактным путем и восполнять потерянное количество за счет диффузии водяного пара из теплого помещения.

Теплопроводность кладки из пустотелого кирпича с диапазоном значений плотности 1000–1400 кг/м³, в который практически укладывается почти весь выпускаемый нашей промышленностью пустотелый кирпич, при расходе раствора 0,23 м³ в сухом состоянии находится в пределах 0,26–0,41 Вт/(м·°С). Различия не превышает 16%.

При увеличении расхода раствора до 0,3 м³ плотность кладки, например из пустотелого кирпича γ=1000 кг/м³, возрастает с 1180 кг/м³ до 1310 кг/м³. При расходе раствора 0,4 м³ плотность кладки повышается до 1490 кг/м³. Среднее значение влажности кирпичной кладки изменяется с 1,8% соответственно до 2,3% и 2,9%. Такое изменение влажности и плотности приводит к повышению коэффициента теплопроводности стены с 0,43 Вт/(м·°С) до 0,54 и 0,59 Вт/(м·°С), т. е. соответственно на 25,6% и 37,2%. При плотности кирпича 1400 кг/м³ в результате увеличения расхода раствора до 0,3 м³ и 0,4 м³ коэффициент теплопроводности кирпич-

ной стены возрастает с 0,56 до 0,65 и 0,7 Вт/(м·°С), т. е. на 16% и 25%. Более существенное увеличение теплопроводности кирпичной стены из пустотелого кирпича плотностью 1400 кг/м³ происходит при применении цементно-песчаного кладочного раствора плотностью 2000 кг/м³; при том же расходе раствора, равном 0,3 м³ и 0,4 м³, значение коэффициента теплопроводности увеличивается до 0,74 и 0,77 Вт/(м·°С), т. е. на 27,6% и 32,8%. Это приводит также и к увеличению плотности кладки (рис. 3, таблица). Вместе с тем следует отметить, что наличие кладочного цементно-известково-песчаного раствора плотностью 1800 кг/м³ в пустотах кирпичей оказывает меньшее влияние на увеличение коэффициента теплопроводности стены, чем увеличение его влажности. Это обуславливается рыхлым состоянием раствора в пустотах, находящегося в виде частиц (комочков) неправильной формы, разделенных воздушными мелкими полостями. Плотность раствора в рыхлом виде составляет 1200–1400 кг/м³ и приблизительно равна плотности примененного пустотелого керамического кирпича (γ брутто).

Кроме того, попавший в пустоты раствор разделяет крупную воздушную полость на несколько воздушных прослоек, каждая из которых в результате полного прекращения передачи теплоты конвекцией обладает дополнительным термическим сопротивлением в стене. Созданное изменение условий теплопередачи в какой-то степени компенсирует влияние лишнего раствора на снижение теплозащитных качеств кирпичных стен из пустотелого кирпича. Заметно худшие влажностные условия складываются в пустотах в результате применения кладочного тяжелого раствора плотностью 2000–2200 кг/м³, особенно при повышенной консистенции. Жидкий раствор легко проникает в пустоты, оседает внизу в «литом» виде. Плотность, влажность и теплопроводность тяжелого раствора в воздушной прослойке практически не отличаются от теплофизических параметров раствора, находящегося в горизонтальных швах кладки. Влажность тяжелого раствора в кирпичной кладке может повышаться до 6–8%, что изменяет влажность и теплопроводность стены на 30–40%. Проваливание кладочного раствора в пустоты создает для каменщиков большие проблемы в создании ровной растворной постели в горизонтальных швах

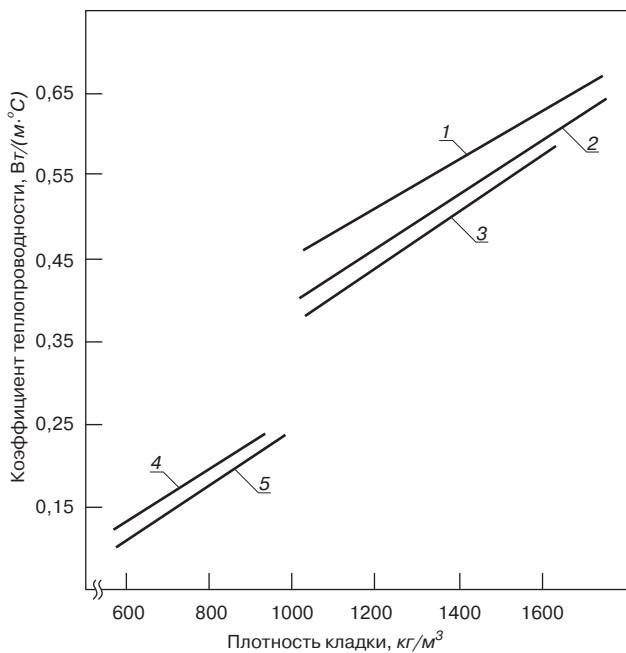


Рис. 4. Зависимость теплопроводности кирпичной кладки из пустотелого кирпича и камня от плотности: 1 – данные СНиП II-3-79* [5] и СП 23-101-2004 [6]; 2 – результаты испытаний кирпичных кладок без заполнения пустот раствором при расходе раствора 0,23 м³ на 1 м³ кладки; 3 – то же для кладок из камня размером 120×250×138 мм без заполнения пустот раствором при расходе раствора 0,16 м³ на 1 м³ кладки; 4 – результаты испытаний кладок из крупноформатных камней из поризованной керамики; 5 – данные фирмы Wienerberger для кладки из крупноформатных камней из поризованной керамики.

кладки. Провалившийся раствор образует разрывы в горизонтальных швах, создающих благоприятные условия для циркуляции воздуха в пустотах. Созданная таким способом продольная фильтрация воздуха снижает теплотехническую эффективность пустотелых керамических стеновых и лицевых материалов.

В целях исключения условий для попадания кладочного раствора в пустоты и создания ровного горизонтального шва без разрывов в ОАО «Победа ЛСР» принято, например, к продаваемой крупноформатной пустотелой керамической продукции в обязательном порядке прилагать сетки с ячейками размером не более 10×10 мм для прокладки в горизонтальных растворных швах.

Повышенная плотность и влагопоглощательная способность кладочного раствора в условиях эксплуатации наружных стен зданий значительно снижают собственные теплозащитные свойства кирпича. Отрицательное воздействие тяжелого цементно-песчаного раствора может превышать теплотехнический эффект, получаемый от рационального расположения пустот и поризации керамики. Поэтому кладку из пустотелого кирпича с поризованной керамикой следует выполнять на легких (теплых) растворах с пониженным влагопоглощением, достигаемым введением гидрофобизирующих добавок.

В зарубежной строительной практике при возведении стен руководствуются принципом соответствия теплотехнических свойств кладочного раствора теплотехнической эффективности кирпича. Отечественной промышленностью для этих целей освоен выпуск широкой номенклатуры теплых кладочных растворов плотностью от 1600 до 500 кг/м³, с теплопроводностью от 0,81 до 0,21 Вт/(м·°С). На строительном рынке также представлена аналогичная продукция зарубежных фирм.

Отмеченные выше отличия теплотехнических свойств кирпичной кладки, выполненной из одинако-

вого кирпича, но на растворах с отличающимися физическими параметрами, создают определенные трудности в построении объективной зависимости коэффициента теплопроводности от плотности. Тем не менее эта зависимость используется во многих зарубежных странах. В некоторых странах ее устанавливают в зависимости от плотности кладки. Если устанавливают зависимость теплопроводности от плотности кирпича, то указывают конкретные характеристики применяемого кладочного раствора. В отечественной строительной практике начиная с 1962 г. кладку выполняли на тяжелом растворе [3]. Конкретного значения плотности и расхода раствора на 1 м³ кладки не указывалось. В связи с отсутствием информации о конкретной плотности раствора значение коэффициентов теплопроводности кирпичных кладок, приведенных в нормативном документе, в настоящее время нельзя воспринимать однозначно, так как категория «тяжелых растворов» охватывает диапазон плотностей от 1700 до 2200 кг/м³ с различием λ до 40–50%.

Конечно, можно было бы считать, что приведенные данные соответствуют кладкам, выполненным на растворе плотностью 1800 кг/м³, если бы в последующей редакции СНиП II-А. 7-71 [4] ко всем кирпичным кладкам плотностью от 1000 до 1800 кг/м³ с теми же значениями коэффициентов теплопроводности не сделали уточнение, что они выполняются на любом растворе. В СНиП II-3-79 [5] значения λ для кладок из пустотелого кирпича сохранены полностью. Но к каждой плотности кладки добавлена информация по плотности кирпича. Выражения «на любом растворе» или «тяжелом растворе» заменили «на цементно-песчаном растворе» без указания плотности. В последующих изданиях СНиП II-3-79* в 1982 г. и в 1998 г. эти данные сохранены. Они перешли и в СП 23-101-2004 [6] и отражают свойства, как и в 1962 г., трех типов пустотелого кирпича.

Такой неконкретный подход к нормированию коэффициента теплопроводности керамического кирпича и камня в какой-то степени был приемлем до 1990 г., поскольку объем пустотелого кирпича в общем производстве керамических материалов не превышал 0,5%. В настоящее время его доля приблизилась к 80%, а номенклатура расширилась до 50 наименований. Заводы освоили новые технологии, выпускают изделия из поризованной керамики в виде кирпича и камней с высокой морозостойкостью, крупноформатные блоки, соответствующие по объему 4–15 условным кирпичам. Это позволило при выполнении кладок из некоторых типов изделий в несколько раз снизить расход раствора. Использование пористой керамики, рационального расположения пустот в кирпичах при большом разнообразии их формы позволило существенно улучшить теплотехнические свойства кирпича.

В нормативных документах и СП 23-101-2004 [6] теплотехнические свойства современной керамической продукции до настоящего времени не нашли отражения. Имеющиеся данные по трем типам пустотелых кирпичей не могут быть использованы, так как размер пустот в них не соответствует утвержденным параметрам в ГОСТ 530-95. Поэтому были проанализированы данные 70 заводов по теплопроводности выпускаемых кирпича и камней, полученных при испытаниях в аккредитованных лабораториях без заполнения пустот. Полученные статистически обработанные данные приведены на рис. 4.

По отмеченным выше причинам приведенные на рис. 4 данные по теплопроводности кладки из пустотелого кирпича плотностью 1000–1400 кг/м³, выполненной без заполнения пустот раствором, несколько ниже данных, приведенных в СНиП по строительной тепло-

технике, с частичным заполнением пустот раствором, перешедших в дальнейшем в СП 23-101-2004 [6].

Некоторые различия в теплопроводности наблюдаются и в сравнении с зарубежными данными. Например, кладки из крупноформатных поризованных камней, выпущенных в России, имеют более высокие значения коэффициентов теплопроводности.

Определение коэффициента теплопроводности кладки из пустотелого кирпича и камня предлагается проводить на фрагменте стены, изготовленном по технологии, исключающей заполнение пустот кладочным раствором, т. е. при одинаковом расходе по сравнению с полнотелым. Такой метод позволяет производителю сопоставлять теплотехническую эффективность своей продукции с выпускаемой на других заводах, поскольку при изготовлении фрагмента стены для испытаний полностью устраняется влияние нарушений технологии ведения кладки стены, часто допускаемых в построчных условиях. *Строителям будет практически невозможно перекладывать вину за снижение теплозащитных качеств на кирпичные заводы.*

Вместе с тем не запрещается проводить испытания пустотелого кирпича и камня на фрагментах стен или непосредственно на стенах эксплуатируемого здания, возведенных по технологии, применяемой для кладки из полнотелого кирпича, о чем должна быть сделана запись в протоколе испытаний. Полученные значения коэффициентов теплопроводности кладок обоими способами могут использоваться при проектировании наружных стен при условии соблюдения соответствующего приведенным коэффициентам теплопроводности технологического регламента, который должен являться неотъемлемой частью проекта здания.

Производителю создаются условия для принятия достаточно обоснованных решений в повышении теплотехнической эффективности керамического стенового или облицовочного кирпича и камня. Целесообразно увеличить количество щелевых пустот за счет уменьшения их ширины с перекрытием сквозных теплопроводных керамических диафрагм, повысить пористость че-

репка. Рациональные размеры и расположение пустот в кирпичах позволят до 30% снизить теплопроводность кладки по сравнению с кладкой, выполненной из кирпича со стандартными размерами пустот, как правило, заполняемых раствором на стройке.

Информация о теплотехнических свойствах кладок из различных типов кирпичей, которой будет обладать производитель, позволит и заказчику выбирать устраивающую его продукцию или ставить перед заводом вопрос о выпуске кирпича с уменьшенными размерами пустот и повышенными теплозащитными свойствами. Дополнительные затраты заказчика на освоение производства пустотелого кирпича или камня с улучшенными теплотехническими свойствами окупятся при строительстве за счет снижения расхода цемента до 50–100 кг на 1 м³ кладки стены.

Сложившаяся практика возведения стен из пустотелого теплоэффективного камня и кирпича по той же технологии, что и из полнотелого снижает конкурентоспособность огнестойкого долговечного конструкционно-теплоизоляционного стенового и лицевого кирпича и камня по сравнению с заводом худшими материалами в решении проблемы энергосбережения и повышения долговечности наружных стен. С этой порочной практикой необходимо покончить.

Список литературы

1. ГОСТ 530-80. Кирпич и камни керамические. Технические условия. М., 1980.
2. ГОСТ 530-95. Кирпич и камень керамический. Общие технические условия. М., 1995.
3. СНиП II-A. 7-62. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. М., 1963.
4. СНиП II-A. 7-71. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. М., 1971.
5. СНиП II-3-79. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. М., 1979.
6. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М., 2004.

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.promautomatika.ru
E-mail: mail@promautomatika.ru

Реклама

В.И. КАЛАШНИКОВ, д-р техн. наук, С.В. АНАНЬЕВ, инженер,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Высокопрочные и особовысокопрочные бетоны с дисперсным армированием

Перспективы производства дисперсно-армированных высокопрочных и особовысокопрочных бетонов диктуют необходимость экспериментально-теоретического обоснования выбора оптимального геометрического фактора и формы стальной фибры для армирования бетонов. С позиций создания наиболее прочных анизотропных фибробетонных композитов, упрочненных не только в макрообъеме изделия, но и в микрообъеме с низкой степенью дискретного расположения стальных волокон, фибра должна иметь микромасштабный уровень дисперсности. Зарождающиеся и развивающиеся микротрещины в бетонной матрице при средовых (усадочных) и силовых эксплуатационных воздействиях должны быстро гаситься стальными волокнами.

В России тонкие стальные волокна диаметром 0,1–0,2 мм не освоены промышленностью, тем более не производятся стальные волокна, покрытые тонким слоем стекла диаметром 30–40 мкм. Технология производства такой фибры впервые разработана в Пензе. Обычно изготавливается фибра диаметром 0,3–0,6 мм. Изготавливаемая в России и поставляемая из-за рубежа фибра имеет диаметр 0,3–0,7 мм и длину 30–60 мм. Для лучшего сцепления с бетоном и анкеровки против выдергивания фибра выпускается волнистой, зигзагообразной, периодического профиля и с анкерными концами различной геометрии.

В идеальном случае фибра должна быть тонкой, короткой с анкерными концами, которые должны исключать зацепление фибр друг другом, ухудшающее однородное, без образования комков распределение фибры в бетоне. Наилучшая фибра для бетона должна иметь форму гантели. Технология производства такой фибры разрабатывается совместно с некоторыми НИИ Пензы.

Такая фибра при анкеровке ее сферических концов и надежном сцеплении цилиндрической части фибры с высокопрочной матрицей бетона будет определять в будущем прогресс строительства из дисперсно-армированного железобетона. Возможности такой фибры существенно расширяются, если она будет защищена противокоррозионным слоем. При этом следует ожидать существенного увеличения несущей способности изгибаемых конструкций за счет создания обратного выгиба при формовании фибробетона; получения особо прочных реакционно-по-

рошковых бетонов, армированных высокопрочной фиброй с пределом текучести 2500–3500 МПа при низком проценте армирования; улучшения условий труда при бетонировании промышленных полов, дорожных покрытий и всех видов конструкций, когда исключается множество проблем, имеющих место при работе с фиброй диаметром 0,1–0,4 мм с иглообразными концами; возможности использования электрофизических способов для необходимой ориентации тонких волокон по длине изделий или в локальных местах его, а также разжижения реакционно-порошковых бетонных смесей магнитострикционными воздействиями.

В настоящее время фибра диаметром 0,4–0,6 мм не может быть короткой из-за недостаточной площади сцепления и невысокой прочности сцепления бетона со сталью. С целью обеспечения повышенного сопротивления выдергиванию фибры она изготавливается большей длины и имеет на концах анкерные выступы.

Гипотетически можно утверждать, что чем выше дисперсность матрицы бетона и чем мельче песок в бетоне, тем выше должна быть прочность сцепления бетона со сталью. Это обусловлено повышенным числом контактов на единице поверхности сцепления.

Определим прочность сцепления цилиндрической арматуры с бетоном, выраженную через ее геометрические параметры из условия равенства сил, обусловленных силой сцепления стержня F_c и разрыва его F_p от усилий выдергивания (рис.1).

При равенстве равнодействующей сил сцепления и сопротивления разрыву получаем выражение для прочности при сдвиге:

$$F_p = F_c; \quad \frac{\pi d^2}{4} R_p = \pi d \cdot L_a \tau_c^p; \quad \tau_c^p = \frac{d R_p}{4 L_a}, \quad (1)$$

где R_p – прочность стали при разрыве; τ_c^p – прочность при сдвиге, обусловленная сцеплением бетона со сталью, равная прочности стали при разрыве; L_a – длина анкеровки фибры в бетоне.

Оценим прочность при сдвиге по образующей цилиндра, если используется стальная фибра с $R_p=700$ МПа при различном диаметре и длине анкеровки фибры в бетоне (табл. 1).

Таблица 1

Длина анкеровки L_a , мм	Прочность при сдвиге, МПа, при диаметре фибры, мм				
	1	0,6	0,3	0,15	0,03
3	58,3	35	17,5	8,75	1,75
5	35	21	10,5	5,25	1,05
30	5,83	3,5	1,75	0,87	0,17

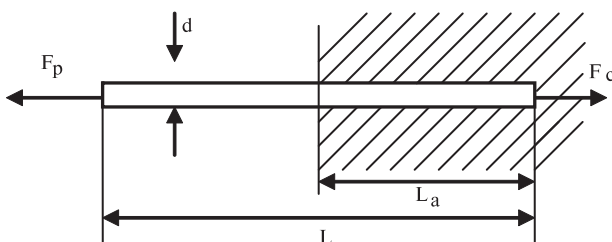


Рис. 1. Расчетная схема действующих сил

Как следует из табл. 1, если фактическое сопротивление выдергиванию при сдвиге больше сопротивления разрыву, т. е. $\tau_c^{\phi} \geq \tau_c^p$, фибра будет разрываться; при $\tau_c^{\phi} \leq \tau_c^p$ фибра будет выдергиваться. Из табл. 1 также следует, что для тонкой фибры легче обеспечить более низкое сопротивление при сдвиге, обусловленное сцеплением бетона со сталью при невысокой прочности бетона.

Многие ученые [1, 2] полагают, что прочность фибробетона при растяжении зависит от среднего расстояния между геометрическими центрами фибр и их длиной. Из идеальной топологии фибры в бетоне следует, что среднее расстояние между геометрическими центрами волокон зависит не от длины, а от диаметра волокон d и степени объемного армирования μ . Однако некоторые ученые связывают среднее расстояние между центрами фибр также с их длиной. Специалисты единодушно считают, что при уменьшении расстояния между фибрами прочность композиции существенно возрастает, хотя их объемное содержание может оставаться неизменным при использовании более тонких волокон. Это положение является чрезвычайно важным и перспективным в реакционно-порошковых фибробетонах высокой прочности при условии использования сверхвысокопрочных волокон и обеспечении надежного сцепления их с матрицей. Простые расчеты прочности при растяжении фибробетона на основе правила аддитивности показывают, что при использовании стали с пределом текучести 500 и 3000 МПа расход последней может быть уменьшен более чем в 5 раз при равной прочности фибробетона при растяжении. Но такое возможно лишь при использовании композиционных материалов с волокнами с микронными размерами диаметра и малыми расстояниями между центрами.

Считается, что увеличение прочности бетона при растяжении становится ощутимым при расстоянии между волокнами менее 12,5 мм.

Среднее расстояние между геометрическими центрами волокон И.Р. Ромуальди и И.А. Мандель выразили в следующем виде [3]:

$$S = 13,8 \cdot d \cdot \sqrt{1/\mu}, \quad (2)$$

где d – диаметр волокон; μ – объемное содержание волокон.

Из этой формулы среднее расстояние между поверхностями волокон (средняя толщина прослойки матрицы) определится как:

$$S_n = d \cdot (13,8 \cdot \sqrt{1/\mu} - 1). \quad (3)$$

В более поздней работе [4] получено другое уравнение для определения шага между волокнами:

$$S = 3 \cdot \sqrt{V/\mu}, \quad (4)$$

где V – объем элементарного волокна.

Преобразуем формулу (4), выразив V через диаметр волокна d и его длину l_0 :

$$S = 2,66 \cdot d \cdot \sqrt{l_0/\mu}. \quad (5)$$

Расстояния между волокнами при трех различных степенях армирования, вычисленные по формуле (5), существенно отличаются от расстояний, вычисленных по формуле (2).

Формула (2) в несколько измененном виде с добавлением или вычитанием постоянного числа 1,2 использована в нормативном документе НИИЖБ [5]:

– для минимального значения S :

$$S_{min} = 13,8 \cdot d \cdot \sqrt{l/\mu} - 1,2; \quad (6)$$

– для максимального значения S :

$$S_{max} = 13,8 \cdot d \cdot \sqrt{l/\mu} + 1,2. \quad (7)$$

Формулой (6) нельзя пользоваться, если расстояние между волокнами, вычисленное по формуле (2), меньше 1,2.

В работе [6] приводятся формулы для расстояний C между армирующими волокнами:

$$C = 0,885 \cdot d / \sqrt{\mu}; \quad (8)$$

$$C = 1,1 \cdot d / \sqrt{\mu}. \quad (9)$$

Нетрудно заметить, что по виду они аналогичны формуле (2), если измерять C в миллиметрах. Неясно, как получен коэффициент в формуле (9).

Проверим, является ли формула Ромуальди и Манделя полностью корректной и имеет ли коэффициент 13,8 строгий геометрический смысл. Для доказательства этого рассмотрим треугольную призму из бетона и представим основание состоящим из совокупности равносторонних треугольников, в углах которых находятся центры цилиндрической арматуры (рис. 2).

Площади большого F и малого f треугольников, выраженные через длины сторон, соответственно L и l , равны:

$$F = \frac{1}{4} \cdot L^2 \cdot \sqrt{3}; \quad (10)$$

$$f = \frac{1}{4} \cdot l^2 \cdot \sqrt{3}. \quad (11)$$

Выразим объемную степень армирования μ через объем бетона V_b и объем арматуры V_a . Для нахождения последнего необходимо знать общее число узлов N малых треугольников, иначе говоря, общее число фибр. Нетрудно заметить, что $N = (m-1)^2$, где m – число узлов, расположенных на стороне L большого треугольника. В свою очередь, $n = m+1$, где n – число малых треугольников, примыкающих к стороне L . Тогда:

$$N = m^2. \quad (12)$$

Длина стороны большого треугольника складывается из суммы сторон малых треугольников:

$$L = l \cdot m. \quad (13)$$

Определим объемную степень армирования с учетом (12) и (13):

$$\mu = \frac{V_a}{V_b} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot L \cdot N}{L^3 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\pi \cdot d^2}{l^2 \cdot \sqrt{3}}. \quad (14)$$

Окончательно имеем:

$$l = 1,347 \cdot d \cdot \sqrt{1/\mu}. \quad (15)$$

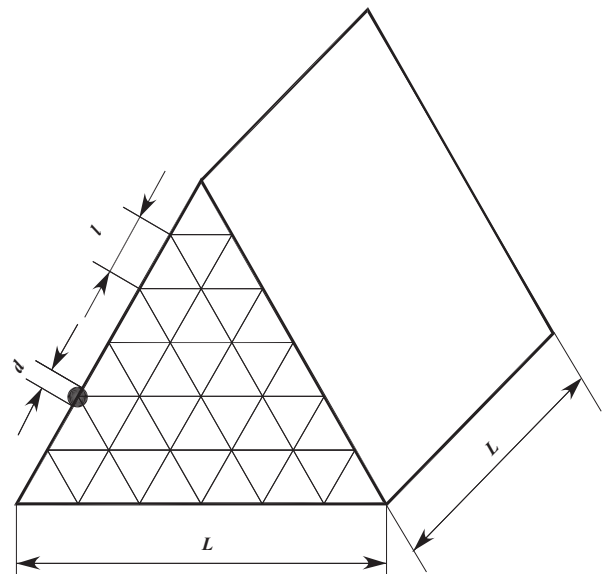


Рис. 2. Расчетная схема для проверки формулы Ромуальди и Манделя

Таблица 2

Объемное армирование, %	Среднее расстояние, мм, при диаметре фибры, мм					
	0,03	0,1	0,15	0,3	0,6	1
1	0,414	1,38	2,07	4,14	8,28	13,8
2	0,292	0,975	1,464	2,927	5,855	9,758
3	0,239	0,797	1,195	2,39	4,78	7,967

При выражении степени армирования в процентах получим геометрически обоснованную формулу, близкую формуле Ромуальди и Мандела:

$$l = 13,47 \cdot d \cdot \sqrt{1/\mu} \quad (16)$$

В выводе формулы (16) расстояния принимались между материальными точками, а не центрами цилиндров, занимающих часть объема. Степень армирования при этом представляли в виде отношения объема фибры к сумме объемов бетона и фибры. Можно полагать, что Ромуальди и Мандель учли уменьшение объема бетона в фибробетоне за счет фибры. Тогда при 1; 2 и 3% армирования истинный объем бетона без фибры составляет не 1000 л, а соответственно 990, 980 и 970 л. При этом дополнительные повышающие коэффициенты к формуле (16) соответственно равны 1,01; 1,02 и 1,031.

С учетом этих коэффициентов получим:

$$l = (13,6 \div 13,87) \cdot d \cdot \sqrt{1/\mu} \quad (17)$$

Вывод формулы (16) выполнен при идеальном расположении фибр в наиболее плотной гексагональной упаковке. При кубической упаковке фибры вывод формулы приводит к выражению:

$$l = 8,86 \cdot \sqrt{1/\mu} \quad (18)$$

Выражение (18) соответствует формуле (8).

Оценим среднее расстояние между волокнами фибры при различном диаметре и проценте армирования по формуле (2) в реакционно-порошковом бетоне (табл. 2).

Как следует из табл. 2, фибру с $d = 0,03$ мм при $\mu > 1\%$ невозможно расположить в объеме реакционного порошка с размерами зерен песка до 0,63 мм без нарушения топологии зернистого компонента. Такую микрометрическую фибру длиной 2–4 мм, покрытую стеклянной оболочкой, можно вводить, как показали эксперименты, в количестве 0,05–0,1% совместно с фиброй диаметром 0,1–0,2 мм, длиной 6–9 мм. Комбинированное дисперсное армирование фиброй одного диаметра 0,15 мм и разной длиной 2; 4 и 6 мм при $\mu = 3,5\%$ использовано в работах [1, 7] для получения бетона прочностью 200 МПа.

Щебеночные бетоны плотной структуры совершенно нецелесообразно армировать фиброй диаметром более 0,3 мм. Тонкая и короткая фибра незаменима для самоуплотняющейся бетонной смеси особой структуры, которая обеспечивается правильным подбором состава малощебеночного и малопесчаного бетона с каменной мукой [8].

Если в реакционно-порошковых бетонах фибра равномерно размещается во всем объеме тонкозернистой матрицы, то в компактно-упакованных щебеночных фибра размещается между зернами щебня. В этом случае доля объема фибры в цементно-водно-песчаной матрице будет возрастать с ростом объемного содержания щебня.

Оценим содержание цементно-песчано-водной матрицы в щебеночном бетоне М400 с расходом цемента на 1 м³ бетона 400 кг, песка 620 кг, щебня 1200 кг с пониженным расходом воды 170 л за счет использования суперпластификатора. Содержание растворной части

530 л, а объем, занятый щебнем, 470 л. Критерий избытка $I_{\text{щ}}^{\text{щ}}$ объема цементно-водно-песчаной матрицы над объемом щебня очень низок и составляет 1,13 [8]. В таком бетоне фибра должна размещаться между контактирующими зернами щебня и в межзерновом пространстве. Если гранулометрия щебня непрерывна, то длинной и толстой фибре невозможно разместиться в этом предельно наполненном пространстве без нарушения компактной упаковки щебня. Это являлось в прошлом и является в настоящее время причиной низкой прочности дисперсно-армированных бетонов с компактной упаковкой зерен щебня и песка. Для достижения повышенной прочности при растяжении увеличивают расход фибры с нерациональным использованием стали в бетоне. Рациональный состав щебеночных самоуплотняющихся бетонов должен соответствовать пониженному содержанию щебня и песка с добавлением реологически-активной каменной муки в присутствии суперпластификаторов и гиперпластификаторов. Критерий $I_{\text{щ}}^{\text{щ}}$ должен быть не менее 2,8.

В щебеночных бетонах в отличие от реакционно-порошковых реальные расстояния между волокнами значительно отличаются от расчетных из-за отсутствия стeric факторов, вносимых наличием зерен щебня.

Список литературы

1. Bindiganavile V., Banthia N., Aarup B. Impact response of ultra-high-strength fiber-reinforced cement composite. // ACI Materials Journal. 2002. Vol. 99. № 6. Pp. 543–548.
2. Schnachinger J., Shuberrt J., Stengel T., Schmidt K., Heinz D., Ultrahochfester Beton – Bereit Für die Anwendung? Schriftenreihe Baustoffe. Fest – schrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr.-ing. Peter Schliessl. Heft 2. 2003. S. 267–276.
3. Romualdy J.R., Mandel J.A. Tensile strength of Concrete Affected by Uniformly Distributed and Glosely Spaced Lengths of Wire Reinforcement // ACY Journal. 1964. Vol. 61. № 6. Pp. 675–670.
4. Batson G.B. State-the-Art Reportion Fiber Reinforced Concrete. Reported by ASY Committee 544. // ACY Journal. 1973. Vol. 70. № 11. Pp. 729–744.
5. Рекомендации по проектированию сталефибробетонных конструкций. М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1987. 147 с.
6. Пухаренко Ю.В. Научные и практические основы формирования структуры и свойств фибробетонов: Дис... док. техн. наук. СПб. 2004. 315 с.
7. Schnachinger J., Schmidt K., Heinz D., Schliessl P. Early-Age Creaking Risk and Relaxation by Restrained Autogenous Deformation of Ultra High Performance Concrete: Proc. Of the 6 International Symposium on Utilization of High Strength // High Performance Concrete, Leipzig, 16–20 Juni, 2002. S. 1341–1354.
8. Калашников В.И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // Строит. материалы. 2008. № 10. С. 2–6.

И.А. ВОЙЛОКОВ, инженер,
Санкт-Петербургский государственный технический университет

Композитное армирование бетонов

Армирование бетонов композитами — одно из самых перспективных направлений современного бетоноведения. Применение традиционной стержневой стали в качестве арматуры долго не имело альтернативы. С развитием химической промышленности наука о бетоне получила новое развитие. В качестве армирующих материалов в строительстве стали использоваться стекло, полиэтилен, базальт. Они применяются в виде как волокон, так и стержней и канатов. Использование волокон (фибр) в бетоне для улучшения его свойств было признанной технологией на протяжении десятилетий и даже веков, если принять во внимание, что в Римской империи строительные растворы были армированы конским волосом.

Введение волокон увеличивает прочность и упругость бетона благодаря удержанию части нагрузки при повреждении матрицы и препятствию росту трещин. Многие исследователи провели эксперименты с разного вида волокнами и выяснили, что свойства высокоэффективных армированных волоконными цементных композитов значительно улучшаются. По их мнению, признание этого материала будет расти, до тех пор пока характеристики, низкая стоимость и простота исполнения и применения будут сохраняться [1].

Применение фибр (волокон) может привести к сокращению или полному устранению использования арматуры, работающей на срез, что приведет к снижению материальных и трудовых затрат. Прореживаемая структура снижает объем материала и вес конструкции, а также сделает транспортировку более легкой. Общее снижение затрат по этим факторам может легко оправдать расходы на армированный волоконными материал. Добавление волокон позволяет материалу деформироваться пластично и выдерживать растягивающие нагрузки. Волокна приносят прочность и улучшают микроструктурные свойства бетона.

В силу того, что бетон обладает высоким пределом прочности при сжатии, но плохо сопротивляется растяжению, его требуется армировать. Прочность бетона при растяжении в 10–30 раз меньше, чем при сжатии.

В ответственных конструкциях для повышения сопротивления воздействиям растягивающих напряжений традиционно применяют стальную арматуру, она воспринимает на себя растягивающие усилия. За счет использования арматуры появилась возможность создавать строительные конструкции несущих элементов зданий и сооружений, хорошо работающих на изгиб и растяжение. У стали и бетона близкие коэффициенты теплового линейного расширения, кроме того, благодаря высокой адгезии поверхности стальной арматуры к бетону и способности последнего защищать сталь от коррозии закладывается прочность и долговечность железобетонных изделий в целом. Данный тезис является хрестоматийным, но классическая арматура и армированный бетон не всегда отличаются высокой долговечностью в конструкциях, подверженных агрессивному воздействию тех или иных сред.

Благодаря армированию уменьшаются усадочные деформации в теле бетона, тем самым уменьшается вероятность образования трещин. При проектировании и изготовлении железобетонных конструкций необходимо учитывать растягивающие напряжения, возникающие в них при работе в сооружениях. Трещины и деформации также

могут образовываться при складировании, транспортировании и монтаже изделий. Таким образом, арматуру классифицируют на три группы — рабочую, распределительную и монтажную.

Рабочая арматура воспринимает основные растягивающие напряжения в железобетонных изделиях. Распределительная арматура позволяет равномерно распределять по рабочей арматуре действующие усилия, а монтажная — соединять отдельные элементы в изделия и производить сборку железобетонных конструкций (монтажные петли и закладные детали).

При изготовлении железобетонные конструкции армируют ненапряженной и напряженной арматурой. Обычное армирование ненапряженной арматурой имеет ряд недостатков. Во-первых, в таких конструкциях нельзя использовать эффективную высокопрочную проволоку, так как ее относительные деформации растяжения под нагрузкой оказываются больше допустимых деформаций бетона (элементы больше прогибаются) и вследствие этого в растянутых зонах могут образовываться трещины. Во-вторых, для создания повышенной жесткости железобетонных элементов (уменьшения прогибов изгибаемых элементов) в растянутую зону устанавливают большее количество арматуры, чем необходимо для обеспечения несущей способности по расчету. В-третьих, при ползучести бетона и его усадке при высыхании возможно образование трещин в растянутой зоне, что нарушает поверхность защитного слоя бетона и приводит к коррозии арматуры.

Все эти недостатки в совокупности с неблагоприятными условиями эксплуатации и воздействием агрессивных сред в конечном итоге снижают долговечность зданий и сооружений. Поэтому в качестве компенсирующих мер в состав бетона рекомендуется добавлять полипропиленовую фибру.

В этом случае получают композитный материал. Можно рассмотреть четыре варианта композита на бетонной матрице:

- бетон, армированный ненапряженной стальной арматурой, + полипропиленовая (стеклянная, полиолефиновая) фибра;
- бетон, армированный стальной фиброй, + полипропиленовая (стеклянная, полиолефиновая) фибра;
- бетон, армированный ненапряженной стальной арматурой, + стальная + полипропиленовая (стеклянная, полиолефиновая) фибра;
- бетон, армированный только полипропиленовой (стеклянной, полиолефиновой) фиброй.

Каждый из предложенных выше композитных материалов, должен применяться в соответствии с поставленной задачей, преимущества применения того или иного вида фибры в качестве дисперсной арматуры должно быть апробировано и доказано результатами экспериментов. Применение фибры будет иметь скорее отложенный экономический эффект и скажется при длительной эксплуатации конструкции.

Вариант армирования бетон + стальная арматура + стальная фибра + полипропиленовая (стеклянная, полиолефиновая) фибра хорошо зарекомендовал себя при производстве полов. Некоторыми производителями накоплен достаточно большой опыт таких конструкций. Дан-

ная схема позволяет оптимизировать число стержневой стальной арматуры, значительно уменьшив ее количество, но заметно улучшить эксплуатационные качества плиты за счет применения фибры.

Данные рецепты хорошо отработаны и благодаря исследованиям НИИЖБ и ЦНИИПромзданий широко используются на промышленных объектах [2, 3].

В зависимости от типа используемых волокон нагрузка сжатия может варьироваться от 150 до 200 МПа. Для сравнения, у обычного бетона эта величина 15–50 МПа. Проверенная прочность при изгибе составляет 40 МПа. Армированный стальными волокнами бетон был использован для сборного строительства в нескольких предварительно напряженных мостовых балках. Например, в Saint Pierre La Cour (Франция) мост длиной 20 м был сконструирован с применением десяти I-образных балок из фибробетона, поддерживающих традиционную монолитную армированную стальную арматурой бетонную плиту толщиной 170 мм. Сборные балки, не содержащие арматуры, были углублены на 600 мм и предварительно напряжены при помощи стальных вант диаметром 13 мм, размещенных в нижнем поясе армирования. Предварительное напряжение создавалось в вантах перед заливкой фибробетона в форму. Как только фибробетон покрыл ванты и набрал необходимую прочность, ванты были обрезаны, а напряжение сжатия перешло на фибробетон.

При изготовлении предварительно напряженных железобетонных изделий их сечения, работающие при приложении эксплуатационной растягивающей нагрузки, предварительно обжимают давлением 5–15 МПа. Предварительно напряженные железобетонные конструкции при работе на растяжение или изгиб оказываются более трещиностойкими и отличаются повышенной долговечностью. Это объясняется тем, что при приложении нагрузок растягивающие усилия воспринимаются стальной арматурой, в то время как обжатый бетон в растянутой зоне разгружается полностью или несет незначительные растягивающие напряжения, не превышающие его прочности при растяжении. В результате трещин не образуется и защитный слой хорошо предохраняет стальную арматуру от коррозии.

В случае натяжения арматуры необходимо учитывать возможные потери напряжения из-за уменьшения длины железобетонных элементов вследствие усадки и ползучести бетона под нагрузкой, а также релаксации напряжений в арматуре и ее удлинения при тепловой обработке изделий. В соответствии с существующими строительными нормами и правилами величина натяжения арматуры должна находиться в пределах ее упругих деформаций и не превышать 85–90% предела текучести, а для углеродистой стали – 65–70% прочности от временного сопротивления разрыву. Нормативные и расчетные сопротивления растяжению и сжатию стальной арматуры различных классов приведены в СНиП 2.03.01–84.

Компенсировать эти изменения можно с помощью введения в бетон различного рода фибр. Схема, предложенная для армированного обычной арматурой бетона, также может применяться в случае предварительно напряженной.

Для натяжения арматуры применяют различные способы: механический, электротермический, электротермо-механический и химический. Обжатие бетона в растянутых зонах на заданную величину осуществляется двумя основными способами.

Первый способ. На упоры силовой металлической формы, способной воспринимать нагрузки без значительных деформаций, или на упоры стенда временно натягивается арматура. В промежутки между упорами устанавливается боргоснастка и формируется железобетонное изделие (или несколько изделий). После его затвердевания и набора необходимой прочности напряжения с упоров передаются на бетон, и бетон в растянутой

зоне обжимается, анкеровка арматуры обеспечивается ее сцеплением с бетоном.

Второй способ. В растянутой зоне изготавливаемого бетонного изделия с помощью вкладышей образуют технологические отверстия (каналы); после набора бетоном достаточной прочности в подготовленные каналы вводят арматуру (в виде стержней, пучков высокопрочной проволоки или стальных канатов). Арматура с одной стороны изделия закрепляется с помощью анкеров, с другой натягивается гидродомкратами или другими способами и закрепляется в натянутом состоянии анкерными устройствами. При этом растянутая зона конструкции обжимается на заданную величину. Каналы с напряженной арматурой заполняются раствором под давлением методом инъектирования, чтобы предохранить ее от коррозии и после затвердевания обеспечить хорошее сцепление бетона со стальной арматурой. Анкерные устройства оставляют на весь период эксплуатации изделия. Этот способ обжатия бетона применяется значительно реже, так как операции формирования каналов, протяжки через них арматуры, ее натяжение и инъектирование раствора оказываются весьма трудоемкими.

В отдельных случаях при производстве железобетонных труб арматуру спирально навивают под напряжением на заранее изготовленные бетонные сердечники с последующим нанесением на сердечник и арматуру защитного слоя бетона. Обычно прочность бетона, пригодного для натяжения арматуры, должна составлять не менее 70% марочной прочности (класса) бетона.

Для армирования железобетонных конструкций используют около 40 марок сталей.

В зависимости от технологии изготовления стальную арматуру разделяют на горячекатаную стержневую диаметром 6–80 мм и холоднотянутую проволочную диаметром 3–8 мм. Арматура может иметь гладкий или периодический профиль.

Для повышения прочности стержневую арматуру иногда подвергают механической или термической обработке, упрочнению. Надо понимать, что вся стальная арматура рано или поздно подвергается коррозии. Коррозия может происходить как в теле бетона, так и на предварительном этапе, еще до ее бетонирования. Часто при бетонировании строители используют арматуру с большим количеством ржавчины.

Выбор арматурной стали следует производить в зависимости от типа конструкции, наличия предварительного напряжения, а также от условий возведения и эксплуатации здания или сооружения в соответствии со СНиП 2.03.01–84.

На основании вышеизложенного можно перейти к обзору тех материалов, которые в силу своих характеристик и изготовления могут носить термин композитные, именно они откроют новую страницу традиционного стержневого армирования.

Недавно выпущенные технические условия ТУ 5769-248-35354501–2007 распространяются на неметаллическую композитную арматуру периодического профиля, выполненную из стеклянных или базальтовых волокон и предназначенную для армирования бетона, асфальтобетона в условиях воздействия агрессивных сред.

Композит по механическим свойствам превосходит стальную арматуру, он в 4–5 раз легче, коррозионная и кислотная стойкость его также выше.

Проблема долговечности армирования бетона является одной из главных в строительной промышленности. Коррозия стальной арматуры приводит к потере целостности всей конструкции. Многие армированные бетонные конструкции, эксплуатирующиеся в среде дорожной соли, морской среде и загрязненной атмосфере, требуют обширных и дорогостоящих восстановительных работ.

Альтернативой, способной противостоять коррозии, может стать использование неметаллических армирующих материалов. Одним из таких материалов является стеклопластик.

Характеристика	Металлическая арматура класса А-Ш (А400С) ГОСТ 5781-82	Неметаллическая композитная арматура
Материал	Сталь 35ГС, 25Г2С и др.	АСП – стеклянные волокна диаметром 13–16 мкм, связанные полимером; АБП – базальтовые волокна диаметром 10–16 мкм, связанные полимером
Временное сопротивление при растяжении, МПа	360	1200 – АСП 1300 – АБП
Модуль упругости, МПа	200000	55000 – АСП 71000 – АБП
Относительное удлинение, %	25	2,2
Характер поведения под нагрузкой (зависимость напряжение – деформация)	Кривая линия с площадкой текучести под нагрузкой	Прямая линия с упруголинейной зависимостью под нагрузкой до разрушения
Плотность, т/м ³	7	1,9
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Корродирует с выделением продуктов ржавчины	Нержавеющий материал первой группы химической стойкости, в том числе к щелочной среде бетона
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводна
Электропроводность	Проводник	Диэлектрик
Выпускаемые профили	6–80	3,5–12, в перспективе до 20
Длина	Стержни длиной 6–12 м	Любая длина по требованию заказчика
Долговечность	По строительным нормам	Прогнозируемая долговечность не менее 80 лет
Замена арматуры по физико-механическим свойствам	6А-Ш, 8А-Ш, 10А-Ш, 12А-Ш, 14А-Ш, 16А-Ш, 18А-Ш, 20А-Ш	4АСП, 3,5АБП, 5АСП, 4,5АБП, 6АСП, 5,5 АБП, 7,5АСП, 7АБП, 8,5АСП, 8АБП, 10АСП, 9АБП, 11 АСП, 10АБП, 12АСП, 11 АБП
Параметры равнопрочного арматурного каркаса при нагрузке 25т/м ²	При использовании арматуры 8А-Ш размер ячейки 14×14 см. Вес 5,5 кг/м ²	При использовании арматуры 8АСП размер ячейки 23×23 см. Вес 0,61 кг/м ² . Уменьшение веса в 9 раз
Области применения	По строительным нормам	Применение по рекомендациям НИИЖБ. Особенно эффективно для дорожного строительства для изделий, работающих на упругом основании (основания и откосы дорог, асфальтобетонное покрытие, подпорные стенки, плиты полов и т. д.). Перспективно для создания сейсмостойчивых поясов зданий и сооружений как существующих, так и вновь возводимых

ГУП НИИЖБ Госстроя России и Санкт-Петербургский зональный научно-исследовательский и проектный институт (НИПИ) жилищно-гражданских зданий считают перспективным применение АСП (арматуры стеклопластиковой) взамен стальной арматуры [4]. Применение АСП возможно для железобетона в жилищном строительстве, в поверхностных слоях бетонной конструкции, для дорожного строительства, при усилении мостов, ограждений, в конструкциях, работающих в условиях ускоренной коррозии стальной арматуры и бетона (причалы, сухие доки и т. д.). В конструкциях, подвергаемых при эксплуатации действию блуждающих токов, общей коррозии и динамическим нагрузкам, можно применять стеклопластиковую арматуру.

В настоящее время в РФ изготавливают две марки композитной арматуры – АСП и АБП, в их обозначении буквы: А – арматура; П – периодического профиля; С – стеклопластиковая; Б – базальтопластиковая. Цифровые индексы характеризуют размеры – номинальный (наружный) диаметр и длину в миллиметрах.

Для изготовления композитной арматуры используются материалы:

- ровинги базальтовые марки НРБ ТУ 5952–001–13308094;
- стеклоровинги марки ЕС ТУ 6-48-00205009-116; РБН, РБТ ГОСТ 17139 – 2000;
- связующее на основе эпоксидно-диановой неотвержденной смолы марки ЭД-20 ГОСТ 10587–84.

Рифленая поверхность создается спиральной обмоткой стержня жгутом при формировании. Цвет арматуры зависит от исходного сырья и состава композита. Арматура выпускается в виде стержней длиной до 12 м.

Пример условного обозначения при заказе арматуры стеклопластиковой периодического профиля диаметром 8 мм длиной 9000 мм: АСП-8-9000 ТУ 5769-248-35354501–2007.

Арматуры базальтопластиковой периодического профиля диаметром 10 мм длиной 12000 мм: АБП-10-12000 ТУ 5769-248-35354501–2007.

Композитная арматура применяется в конструкциях зданий и сооружений различного назначения из тяжелого, мелкозернистого, легкого, ячеистого и поризованного бетона.

Композитную арматуру можно использовать для изготовления гибких связей для кирпичной кладки; дюбелей для крепления наружной теплоизоляции стен; стержней и сеток для усиления несущей способности армокирпичных конструкций; в конструкциях на основе гипсовых вяжущих; в конструкциях автомобильных дорог, подпорных стен и откосов; для ремонта железобетонных и кирпичных конструкций.

Неметаллическая арматура увеличивает срок службы конструкций в 2–3 раза по сравнению с металлической арматурой, особенно под воздействием агрессивных сред. В таблице приведены сравнительные характеристики металлической и неметаллической арматуры.

Список литературы

1. Black S. Composites and Concrete // Composites Technology. 2005. V. 1. № 4.
2. Разработка нормативно-технической документации на применение неметаллической композитной арматуры. Этап 2 / НИЦ «Строительство»: Руководитель В.Ф. Степанова. № ГР 01.2.00.614718 Государственный контракт № 8/3–215н–06.18.02.2008.
3. Разработка нормативно-технической документации на применение неметаллической арматуры. Отчет о НИР. Этап 1 / НИЦ «Строительство»: Руководитель В.Ф. Степанова. № ГР 01.2.00. 614718. Государственный контракт № 8/3–215н–06. 11.02.2008.
4. ГР 013-1–04. Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях. М.: НИИЖБ, 2004.

О научной полемике и не только

Поводом для написания настоящего материала стала полемика двух видных российских специалистов в области бетоноведения и технологии бетона С.С. Каприелова* и В.И. Калашникова**. Ее суть, не вдаваясь в детали, кроется в различных методах проектирования (подбора) составов самоуплотняющихся бетонов. Это достаточно трудная задача, корректное решение которой, как, впрочем, и в других случаях, определяет достижение высоких свойств бетонной смеси и бетона с многокомпонентными добавками. И дело совсем не в том, что, как бы по Гоголю, «поссорились Семен Суменович и Владимир Иванович». Принципиально важно, что впервые за много лет полемика как нормальный элемент развития науки нашла отражение на страницах ведущего отраслевого журнала. При этом участники дискуссии не вышли за цивилизованные рамки.

Я, как научный редактор книги***, где опубликована статья С.С. Каприелова, на которую ссылается в своей работе В.И. Калашников, возможно, неосознанно внес свой вклад в развернувшуюся полемику.

Образцом подобных цивилизованных отношений для меня служит дискуссия в журнале «Cement and Concrete Research», 1997 г., между профессионалами мирового уровня, профессорами С. Чаттерджи (Индия) и Х. Ушикава с сотрудниками (Япония). Речь шла о сложнейших, до настоящего времени не разрешенных коллоидно-химических аспектах электростатического и стерического механизмов действия суперпластификаторов на твердение и свойства твердеющих цементов и бетонов. Обе стороны, абсолютно корректно оперируя количественными данными для уточнения спорных вопросов, обеспечивали объективность и результативность дискуссии.

В настоящее время мы с сожалением вынуждены констатировать существенные изменения взаимоотношений в научной среде. Строительный бум последних лет в странах СНГ сопровождался стремительным развитием сухих строительных смесей и бетонов нового поколения, а также явно неадекватной доступностью публикаций в различного рода журналах и журнальчиках России и Украины. Публикации рекламного, а зачастую спекулятивного характера лавинообразно захлестнули информационное поле нашей профессиональной сферы. К написанию подобных материалов вследствии высокой бизнес-привлекательности объектов публикации привлекались даже известные специалисты, одно имя которых является своего рода брендом.

Вместе с тем падает научное обеспечение строительной науки, множатся необоснованные диссертационные претензии... Многие публикации в периодических изданиях, трудах конференций и в Интернете свидетельствуют, на мой взгляд, о резком падении уровня отечественного строительного материаловедения. Создается впечатление, что основная масса публикаций не проходит квалификационного и беспристрастного рецензирования. Абсолютно игнорируется общепринятое в мире обращение к так называемому индексу научного цитирования. Что уж говорить о цивилизованной полемике!

Ситуация интересна. То о чем сегодня пишут многие авторы, в том числе не только начинающие свой путь в науке, касается направлений, выдвинутых, к сожалению, не в СНГ. Это те же самоуплотняющиеся, реакционно-порошковые бетоны, сухие смеси проникающего и др. типов действия. Это путь типичного копирования чужих разработок, трансфер зарубежных технологий. Супермодно стало обращение к наноуровню стройматериалов. Нисколько не отрицая прогрессивность намерений, нельзя не видеть во многих публикациях признаков дилетантизма, плагиата или просто спекуляции. То что много лет относили к типичным объектам и уровням коллоидной химии, например микрокремнезем, ВНВ, ТМЦ, термопластичную серу и даже пресловутую омагниченную воду, сейчас называют нанотехнологиями... Просто умиляют утверждения типа «наноструктурирование» воды и т. п.

В общем, претенциозные и нерезультативные разработки были всегда. Но кто теперь упомнит закон створа, полиструктурную теорию, интенсивной раздельной технологии бетона и др.? Именно на этом фоне к нам вторглись бетоны и сухие смеси нового поколения. А ранее работы наших воистину великих предшественников – Б.Г. Скрамтаева, С.В. Шестоперова, С.А. Миронова, В.М. Москвина, О.П. Мчедлов-Петросяна и их школ обеспечивали результативность и престиж тогда советского бетоноведения.

Нынче отсутствие критики и здоровой конкуренции разных школ и направлений, координации исследований, а главное, элементы нецивилизованной круговой поруки и взаимозависимости, например в диссертационных рамках, – причины отставания. Ведь даже не очень объемное финансирование и интеллектуальный ресурс затрачиваются нерационально.

Я изложил в этих строках наиболее с надеждой, что, может, переживаемый строительной сферой кризис как-то успокоит «бури в стакане воды», развернутся позитивные дискуссии. Уверен, что наши журналы, сохраняющие и развивающие традиции издания научно-технической периодики, открыты для полемики общения ученых и практиков с благородной целью повышения уровня и эффективности отечественной науки и производства.

Ушеров-Маршак А.В.,

*доктор технических наук, профессор,
Харьковский государственный
технический университет
строительства и архитектуры*

* Каприелов С.С. Практика – критерий истины // Строит. материалы. 2009. № 2. С. 20.

** Калашников В.И. Расчет составов высокопрочных бетонов // Строит. материалы. 2008. №10. С. 4–6.

*** Химические и минеральные добавки в бетоны / Под ред. А.В. Ушера-Маршака. Харьков: Колорит, 2005. 280 с.

Ю.М. БАЖЕНОВ, д-р техн. наук, академик РААСН,
 Московский государственный строительный университет;
 Е.В. КОРОЛЕВ, д-р техн. наук,
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Оценка технико-экономической эффективности нанотехнологий в строительном материаловедении

Государственная поддержка и очевидные преимущества, которые демонстрируют технологии управления структурообразованием вещества на атомно-молекулярном уровне, естественно, способствуют получению новых знаний и расширению применения нанотехнологий в материаловедении, в том числе строительном. Важно провести всестороннюю и объективную оценку возможности применения нанотехнологий в строительстве, области ее применения, технологические приемы и задачи. Необходимость проведения такой оценки очевидна, и ее актуальность была дополнительно подчеркнута на конференции «Нанотехнологии в строительстве: новые возможности для рынка» (Москва, 13 марта 2009 г.) в выступлении члена правления ГК «Роснанотех» С.В. Калужного, который предложил участникам ответить на вопросы:

– действительно ли «нано» играет определяющую или революционную роль в будущем развитии строительства, строительных материалов и т. д.?

– отвечает ли законодательная нормативная база в стране тому, чтобы активно внедрять нанотехнологии в строительстве?

После проведения заседания С.В. Калужный подвел итог, указывающий на то, что предлагаемые нанотехнологии в строительстве не являются прорывными, а лишь предлагают небольшие частные решения.

Безусловно, указанный вывод необходимо тщательно проанализировать и определить причины и направления устранения такой пессимистичной оценки.

Проведем оценку технико-экономической эффективности внедрения нанотехнологии в строительстве. Для этого введем коэффициент технико-экономической эффективности. Очевидно, что такой коэффициент должен учитывать качественные изменения в структуре и эксплуатационных свойствах материала и финансовую оценку средств, расходуемых на достижение декларируемых изменений. Примером такого коэффициента может быть равенство:

$$q_{ef} = \frac{\bar{F}_k}{C},$$

где \bar{F}_k – относительное изменение обобщенного критерия качества; C – относительное изменение стоимости технологии (материала).

Формулирование обобщенного критерия качества материала. Наиболее простым видом обобщенного критерия качества является аддитивная функция вида:

$$F_k = \sum_i^n \beta_i K_i = \sum_i^n \beta_i m \sqrt[m]{\prod_j^m k_j},$$

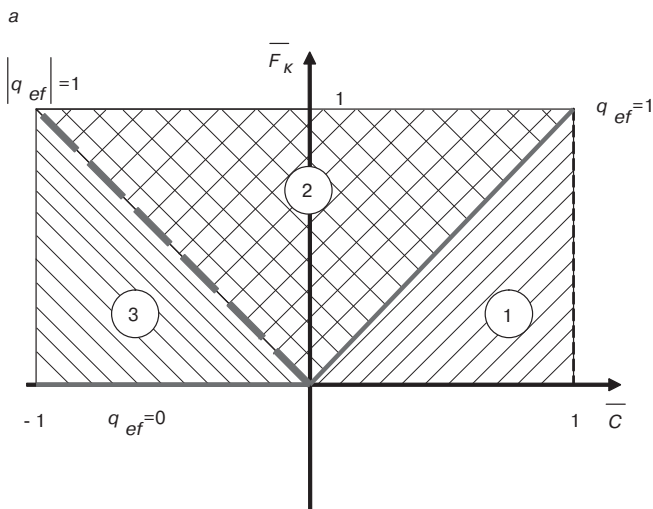
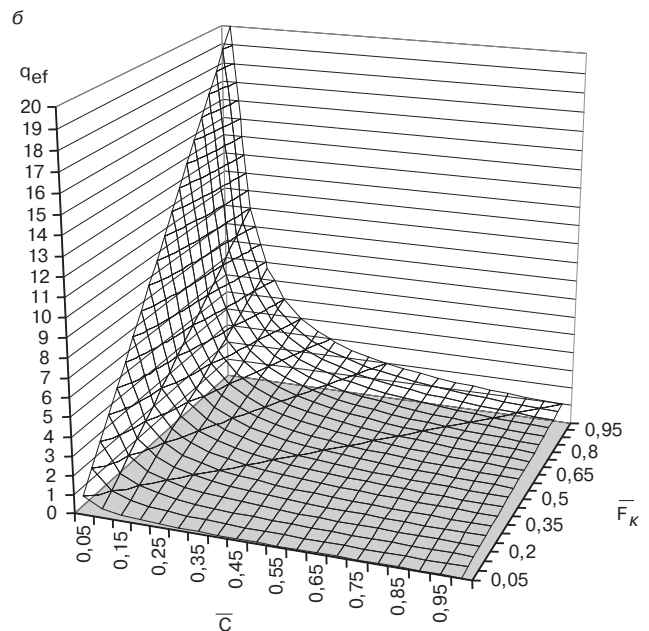


Рис. 1. Диаграмма технико-экономической эффективности нанотехнологии: 1 – область неэффективных составов $q_{ef} < 1$; 2 – область составов наноконструктивов $q_{ef} > 1$; 3 – область традиционных составов $q_{ef} < 1$ (при $C < 0$)



где β_i – весовые коэффициенты (коэффициенты значимости), $\sum_i \beta_i = 1$; K_i – групповые коэффициенты свойств;

$$K_i = \sqrt[m]{\prod_j k_j}; \quad k_j - \text{критерий выделенного свойства};$$

$$k_j = \frac{I_j}{I_{j,max}}; \quad I_j, I_{j,max} - \text{фактическое и нормированное значение выделенного свойства соответственно.}$$

При $I_j \geq I_{j,max}$ принимается $k_j = 1$.

Относительное значение обобщенного критерия качества рассчитывается по формуле:

$$\bar{F}_k = \frac{(F_k)_n - (F_k)_б}{(F_k)_б},$$

где индексы n и $б$, соответственно указывают на новый и базовый материалы.

Формулирование стоимости технологии (материала).

Относительная стоимость материала должна учитывать весь его жизненный цикл; ее также можно представить в виде аддитивной функции:

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^5 \alpha_i \bar{C}_i = \alpha_1 \bar{C}_1 + \alpha_2 \bar{C}_2 + \alpha_3 \bar{C}_3 + \alpha_4 \bar{C}_4 + \alpha_5 \bar{C}_5,$$

где \bar{C}_1 – затраты на производство (изготовление материала); \bar{C}_2 – затраты на проектирование, монтаж и эксплуатацию технологической линии; \bar{C}_3 – затраты на изготовление конструкции (изделия); \bar{C}_4 – эксплуатационные затраты; \bar{C}_5 – затраты на переработку (утилизацию) материала; α_i – коэффициенты весомости,

$$\sum_{i=1}^5 \alpha_i = 1.$$

Относительное значение стоимости технологии (материала) рассчитывается по формуле:

$$\bar{C}_i = \frac{\Delta C}{C_б} = \frac{C_n - C_б}{C_б}.$$

Очевидно, что применение технологии эффективно при выполнении условий:

- 1) $q_{ef} > 1$ при $\bar{C} > 0$;
- 2) $|q_{ef}| > 0$ при $\bar{C} < 0$.

Эти условия определяют в плоскости $\bar{F}_k - \bar{C}$ область, ограниченную прямыми (рис. 1):

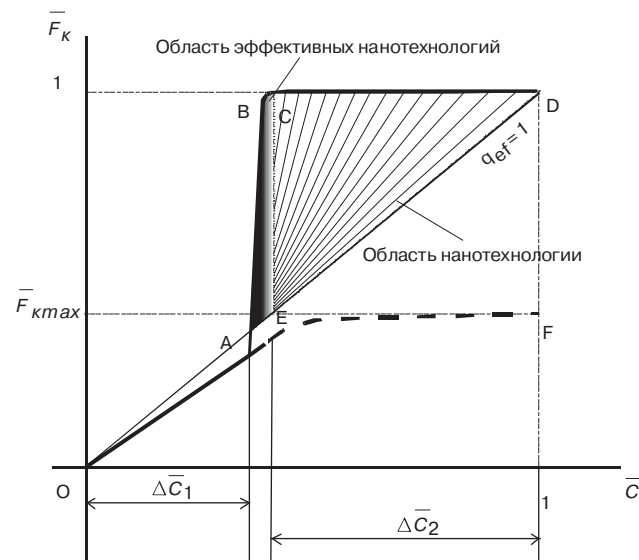


Рис. 2. Варианты изменения $\bar{F}_k = f(\bar{C})$

1) $\bar{F}_k = \bar{C}$ при $\bar{C} > 0$;

2) $\bar{F}_k = 0$ при $\bar{C} < 0$.

Зависимость $q_{ef} = f(\bar{F}_k, \bar{C})$ имеет сложный вид: резкое возрастание q_{ef} наблюдается при $\bar{F}_k \geq |\bar{C}|$ (рис. 1, б). Прямые $\bar{F}_k = |\bar{C}|$ ($|q_{ef}| = 1$) образуют клинообразную область, определяющую эффективные технологии наноконструкций (рис. 1, а). Область, соответствующая условию $0 < |q_{ef}| < 1$ при $\bar{C} < 0$ характеризует достижения традиционных технологий.

Рассмотрим подробно клинообразную область. Очевидно, что при $\bar{C} < 0$ и $|q_{ef}| > 0$ формируется область технологий уникальных композиций, обладающих повышенными показателями эксплуатационных свойств (качества), на осуществление которых требуется меньше затрат по сравнению с базовым материалом. Причем чем меньше затраты, тем более высокими значениями технических характеристик обладает материал (примером таких материалов является философский камень алхимиков). Бесспорно, что технологии таких материалов не реализуемы.

Внедрение новых технологий потребует закономерных затрат, т. е. $\bar{C} > 0$ (рис. 2). Фактическая зависимость $\bar{F}_k = f(\bar{C})$ будет иметь сложный характер. Вложение средств, безусловно, будет сопровождаться повышением качества материала (участок OA). После вложения определенного количества средств $\Delta \bar{C}_1$, накопления знаний и разработки нового технологического оборудования возможно ожидать качественное изменение свойств материала (участок AB). Дальнейшая разработка такой прорывной технологии, возможно, будет давать незначительный положительный эффект (участок BC), который при дальнейшем увеличении вложений $\Delta \bar{C}_2$ не будет изменяться (участок CD). Таким образом, фигура ABD характеризует область нанотехнологий, из которой только область, представленная фигурой ABCE, будет характеризовать эффективные нанотехнологии.

В случае, если при начальном вложении средств (участок AB) не будут накоплены соответствующие знания, дальнейшие расходы будут приводить к определенному повышению качества материала (участок OF), однако такие изменения незначительны $\bar{F}_k = \bar{F}_{k,max} < 1$, а технологии не вытеснят революционных преобразований.

Отсюда важно, отвечая на вопросы С.В. Калужного, отметить:

– современная нормативная база не способствует развитию нанотехнологий в строительстве;

– особенности строительства указывают, что производство строительных материалов должно проводиться на базе традиционных объемных технологий, поэтому способы управления структурообразованием должны осуществляться без существенного изменения технологической линии.

Для устранения указанных ограничений в развитии нанотехнологий в строительном материаловедении необходимо установить критерии качества для каждой группы материалов, предназначенных для эксплуатации в заданных условиях. Причем должны быть определены конкретные показатели и установлены методики определения свойств. Важно отметить, что существуют очевидные трудности в выборе базового материала и в методике расчета экономических показателей. Очевидно, что внедрение нанотехнологии в производство строительных материалов будет отражено дополнительной технологической стадией. Например, передел подготовки компонентов, заключающийся в синтезе на дисперсных фазах поверхностных наноструктур, или передел по изменению поровой структуры и/или кристаллической структуры компонента (пропитка полимерами) и др. Указанные задачи требуют оперативного решения и являются планом по сертификации нанотехнологий в строительстве.

Г.В. НЕСВЕТАЕВ, д-р техн. наук, Ростовский государственный строительный университет;
А.Н. ДАВИДЮК, канд. техн. наук (ktb@ktbbeton.ru), ген. директор ОАО «КТБ ЖБ» (Москва)

Самоуплотняющиеся бетоны: модуль упругости и мера ползучести

Деформативные свойства самоуплотняющихся бетонов (SCC), такие как начальный модуль упругости, мера или коэффициент (характеристика) ползучести, усадка, будут существенно отличаться от этих показателей у бетонов равных классов, полученных по традиционной технологии из умеренно подвижных смесей с маркой по удобоукладываемости П1, П2. Это отличие обусловлено двумя факторами – отличием макроструктуры (количество цементного камня в структуре SCC выше) и возможным влиянием супер- (СП) или гиперпластификаторов (ГП) на указанные выше свойства цементного камня [1, 2].

Модуль упругости бетона может быть весьма точно определен по формуле (модифицированная модель Хирча):

$$E_0 = \frac{2}{\frac{1}{E_a V_a + E_m V_m + E_k V_k} + \frac{V_a}{E_a} + \frac{V_m}{E_m} + \frac{V_k}{E_k}}, \quad (1)$$

где E_a , E_m и E_k – модуль упругости соответственно заполнителя, матрицы и контактной зоны; V_a , V_m и V_k – относительная объемная концентрация соответственно заполнителя, матрицы и контактной зоны.

Использование формулы (1) затруднительно для практического применения, поскольку необходимы значения величин, измерение которых не регламентировано стандартами и требует специального оборудования и высококвалифицированного персонала, поэтому в инженерной практике модуль упругости бетона как функция его прочности определяется по формуле:

$$E_0 = k_A k_V k_{II} k_{SP} k_N \frac{0,05 R_{bn}^2 + 57,2 R_{bn} + 217}{32,8 + R_{bn}}, \quad (2)$$

где k_A – коэффициент, учитывающий влияние модуля упругости крупного заполнителя ($k_A = 0,88–1,36$);

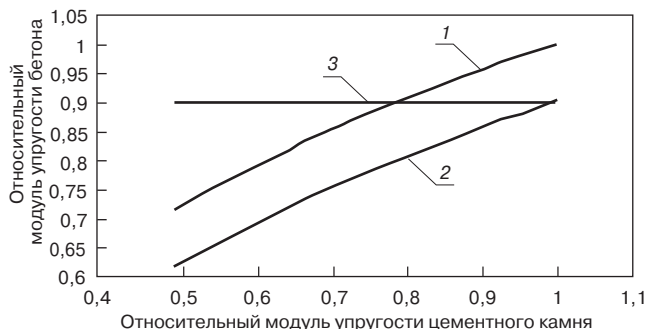


Рис. 1. Зависимость модуля упругости бетона от степени влияния суперпластификатора на модуль упругости цементного камня: 1 – модуль упругости бетона класса В 50 из смеси П1; 2 – модуль упругости самоуплотняющегося бетона класса В 50; 3 – по нормам СНБ 5.03.01–02 для самоуплотняющихся бетонов

k_V – коэффициент, учитывающий влияние концентрации крупного заполнителя ($k_V = 0,88–0,95$ для концентрации крупного заполнителя, характерной для SCC); k_{II} – коэффициент, учитывающий влияние вида цемента на модуль упругости ($0,9–1,1$); k_{SP} – коэффициент, учитывающий влияние СП (ГП) на модуль упругости бетона; k_N – коэффициент, учитывающий влияние уровня нагружения, при котором определяется модуль упругости (для России $k_N = 1$); R_{bn} – призмочная прочность бетона, МПа.

Указанные коэффициенты могут быть получены из формулы (1), в частности влияние СП (ГП) на модуль упругости цементного камня и бетона учитывается коэффициентом (рис. 1):

$$k_{SP} = k_{E,IIK}^{0,5}. \quad (3)$$

Значения $k_{E,IIK}$ для некоторых цементов и СП (ГП) представлены в табл. 1.

Таким образом, возможное итоговое снижение модуля упругости SCC в сравнении с равнопрочным бетоном, полученным из бетонной смеси с маркой по удобоукладываемости П1 (ОК = 1–4 см), в рассматриваемом случае (формула (2) и формула (3), табл. 1) составляет до 23 % (при $k_V = 0,88$ в формуле (2), $k_{E,IIK}^{0,5} = 0,76^{0,5} = 0,87$ в формуле (3), поскольку для Flux-1 $k_{E,IIK} = 0,76$, получим $k_V \cdot k_{SP} = 0,88 \cdot 0,87 = 0,77$). Отметим, что нормы EN 1992 не регламентируют зависимость начального модуля упругости бетона от подвижности бетонной смеси. Не отражена эта зависимость и в СП 52-101–2003, хотя в некоторых нормативных документах (для гидротехнического бетона) бывшего СССР нормировалось значение модуля упругости бетона в зависимости от подвижности бетонной смеси. В нормах Беларуси СНБ 5.03.01–02 учтено влияние подвижности бетонной смеси на модуль упругости, но только за счет изменения соотношения компонентов макроструктуры матрица – заполнитель, возможное влияние СП (ГП) не отражено. Представленные в настоящей работе данные, анализ которых приведен ниже: безусловно, не являются исчерпывающими по этому вопросу. Из рис. 2 очевидно, что использование предложенной формулы (2) позволяет с достаточной для практических задач точностью определять значения модуля упругости бетона.

Мера ползучести бетона как функция его прочности в инженерной практике может быть определена по формуле [4]:

$$C_0 = k_{C_0,II} k_{C_0,V} k_{C_0,B} \frac{322}{R_{bn}^{1,04}} \cdot 10^{-5}. \quad (4)$$

Эта зависимость учитывает влияние на меру ползучести предела прочности бетона при сжатии, влияние

Таблица 1

Завод-производитель	Супер-, гиперпластификаторы						
	C-3 (СП-1)	Melment F 10	Flux-1	Structuro 530	Glenium 30	Glenium 51	Бином-1
«Пролетарий»	1,07	0,9	0,8	–	–	–	–
«Осколцемент»	1,1	0,92–1,1	0,76	–	–	–	–
Белгородский цементный завод	–	–	–	0,99	0,89	–	–
Вольский цементный завод	–	–	–	1,02	1	0,96	0,93
Мальцовский цементный завод	–	–	–	0,92	0,95	0,94	0,89
Себряковский цементный завод	–	–	–	1,07	1,03	1	0,94

Таблица 2

Завод-производитель	Супер-, гиперпластификаторы						
	C-3 (СП-1)	Melment F 10	Flux-1	Structuro 530	Glenium 30	Glenium 51	Бином-1
«Пролетарий»	3,2	2,57	3,57	–	–	–	–
Белгородский цементный завод	–	–	–	0,56	1,11	–	–
Вольский цементный завод	–	–	–	0,2	0,9	1,6	0,43
Мальцовский цементный завод	–	–	–	2,1	7,8	3,3	4,1
Себряковский цементный завод	–	–	–	2,6	3,4	3,2	3,4

СП (ГП) на ползучесть цементного камня ($k_{Co,B}$), влияние макроструктуры, т. е. концентрации заполнителей на ползучесть бетона ($k_{Co,V}$), и влияние вида цемента на его ползучесть ($k_{Co,U}$). Оценить влияние на меру ползучести бетона всех указанных факторов с достаточно высокой точностью позволяет модель, полученная из модифицированной модели Хирча:

$$C_R = 0,5 \left[\frac{1}{\frac{E_k V_k}{1+\varphi_k} + \frac{E_a V_a}{1+\varphi_a} + \frac{E_m V_m}{1+\varphi_m}} + \frac{V_a (1+\varphi_a)}{E_a} + \frac{V_k (1+\varphi_k)}{E_k} + \frac{V_m (1+\varphi_m)}{E_m} - \frac{1}{E_0} \right], \quad (5)$$

где E_0 – начальный модуль упругости бетона; V_a, V_m, V_k – объемная концентрация соответственно крупного заполнителя, растворной составляющей и контактной зоны; E_a, E_m, E_k – модуль упругости соответственно крупного заполнителя, матрицы и контактной зоны; $\varphi_a, \varphi_m, \varphi_k$ – характеристика ползучести соответственно крупного заполнителя, матрицы и контактной зоны.

Зависимость формулы (5) затруднительна для практического применения, в связи с чем целесообразно в

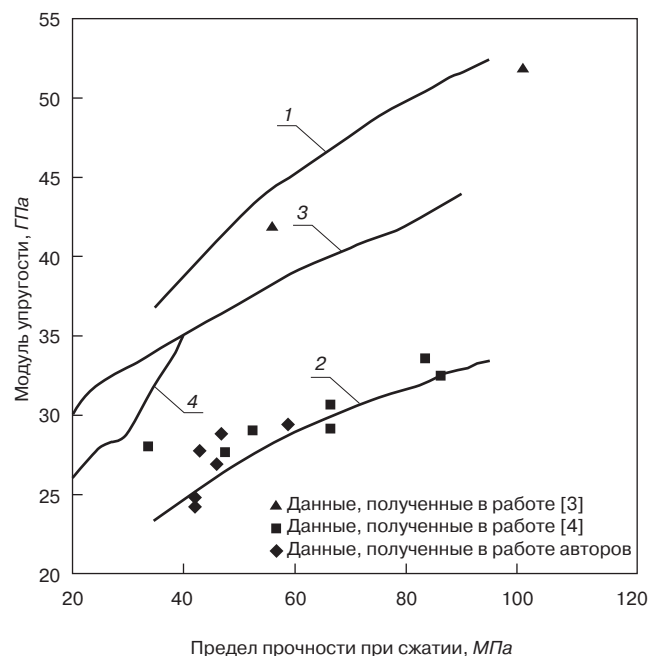


Рис. 2. Зависимость модуля упругости бетона от предела прочности при сжатии: 1 – макс. по формуле (2); 2 – мин. по формуле (2); 3 – EN 1992; 4 – СНБ 5.03.01-02

Таблица 3

Завод-производитель	Значения $C_{0,18}$ и (k) при наличии СП				
	нет	Бином-1	Glenium 30	Glenium 51	Structuro 530
Вольский цементный завод	15,5 (0,25)	6,7 (0,12)	14 (0,38)	25 (0,35)	3 (0,25)
Мальцовский цементный завод	8,8 (0,35)	36 (0,25)	69 (0,4)	29 (0,14)	18,5 (0,12)
Себряковский цементный завод	10,5 (0,29)	36 (0,35)	36 (0,35)	34 (0,52)	27 (0,85)
Белгородский цементный завод	9 (0,15)	–	10 (0,23)	–	5 (0,13)

Таблица 4

Бетон	Нормы				Формулы			
	СП 52-101-2003		СНБ 5.03.01-02		(1), (7)		(4), (6)	
	E_0 , ГПа	C_0 , МПа ⁻¹	E_0 , ГПа	C_0 , МПа ⁻¹	E_0 , ГПа	C_0 , МПа ⁻¹	E_0 , ГПа	C_0 , МПа ⁻¹
Бетон из умеренно подвижной смеси	38	$6,3 \cdot 10^{-5}$	39	$3,4 \cdot 10^{-5}$	39	$5,06 \cdot 10^{-5}$	39	$4,26 \cdot 10^{-5}$
SCC на ПЦ: мальцовском	–	–	35	$6,5 \cdot 10^{-5}$	35,26*	$6,01 \cdot 10^{-5}$ *	28,9–32**	$(12,1–34,4) \cdot 10^{-5}$ **
SCC на ПЦ: вольском	–	–	–	–	–	–	29,2–33,1**	$(1,7–8,7) \cdot 10^{-5}$ **
SCC на ПЦ: себряковском	–	–	–	–	–	–	26,1–29,6**	$(19,2–23,8) \cdot 10^{-5}$ **
SCC на ПЦ: белгородском	–	–	–	–	–	–	31–35,5**	$(3,6–6,2) \cdot 10^{-5}$ **

* – без учета влияния СП (ГП) на модуль и ползучесть цементного камня.
 ** – в зависимости от вида СП (ГП); модуль упругости и мера ползучести цементного камня вольского ПЦ условно приняты за единицу при определении коэффициента $k_{E,ЦБ}$ и коэффициента $k_{C_0,Ц}$.

инженерной практике использовать формулу (4), а значения коэффициентов для нее могут быть получены из формулы (5), в частности значение коэффициента $k_{C_0,Б}$, определяющего степень влияния СП (ГП) на меру ползучести бетона через меру ползучести цементного камня (рис. 3):

$$k_{C_0,Б} = k_{C_0,ЦК}^{0,8} \quad (6)$$

Значения $k_{C_0,ЦК}$ для некоторых цементах и СП представлены в табл. 2.

Таким образом, величина меры ползучести SCC может отличаться в сравнении с бетоном равного класса, полученного из умеренно подвижных смесей, до 5 раз. В отличие от модуля упругости мера ползучести SCC значительно в большей степени зависит от влияния СП (ГП) на ползучесть цементного камня (по данным табл. 2, и в соответствии с формулой (6) влияние СП (ГП) для мальцовского цемента составляет до $7,8^{0,8}/2,1^{0,8} = 3$ раза, а для вольского – до $1,6^{0,8}/0,2^{0,8} = 5,3$ раза) и в меньшей – от изменения объемов растворной матрицы и заполнителя в макро-структуре бетона. Если учесть еще влияние вида цемента на ползучесть, то различие может стать еще

большим. Как следует из данных табл. 3, ползучесть цементного камня различается до 2 раз.

Кинетика меры ползучести самоуплотняющихся бетонов при $\tau > 7$ может быть описана формулой (рис. 4),

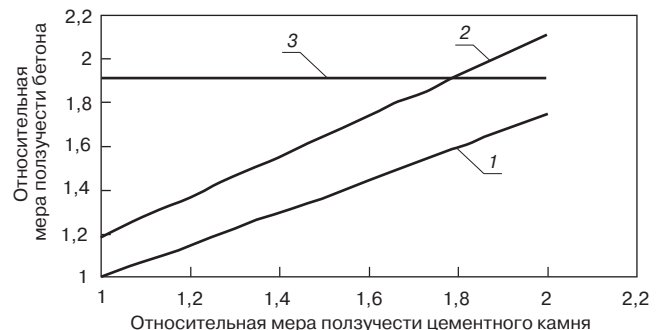


Рис. 3. Зависимость меры ползучести бетона от степени влияния суперпластификатора на меру ползучести цементного камня: 1 – мера ползучести бетона класса В 50 из смеси П1; 2 – мера ползучести самоуплотняющегося бетона класса В 50; 3 – по нормам СНБ 5.03.01-02 для самоуплотняющихся бетонов

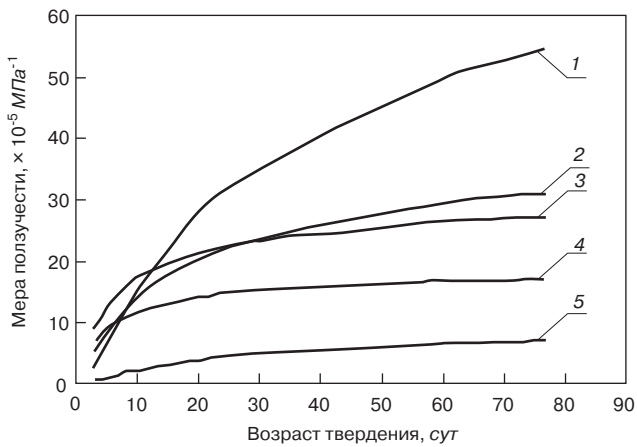


Рис. 4. Мера ползучести цементного камня с добавками (Мальцовский ПЦ), определенная расчетным путем по формуле (7) при значениях $C_{0,180}$ и k по табл. 3: 1 – Glenium 30; 2 – Бином-1; 3 – Glenium 51; 4 – Structuro 530; 5 – эталон

$$C_{0,\tau} = C_{0,18} \exp\left(k \left(1 - \left(\frac{180}{\tau}\right)^{0,545}\right)\right), \quad (7)$$

в которой величины $C_{0,18}$ и k определяются видом цемента и СП (ГП); τ – время, сут. В табл. 3 представлены данные, характеризующие зависимость меры и кинетики ползучести цементного камня от вида цемента и СП, позволяющие по формулам (4, 6, 7) определить меру ползучести бетона в любом возрасте.

В табл. 4 представлены для сравнения данные о модуле упругости и мере ползучести самоуплотняющегося бетона класса В 50 в сравнении с бетоном из умеренно

подвижной смеси по нормам России и Беларуси и расчетным значениям по данным настоящей работы.

Предстоит ответить на вопрос о возможности нормирования для инженерной практики значений модуля упругости и меры ползучести самоуплотняющихся бетонов с учетом взаимного влияния свойств цемента и добавок СП (ГП). Особенно это актуально для меры ползучести, поскольку влияние СП (ГП) на эту величину очень значительно. Из представленных в настоящей работе данных, в частности, следует, что отличие меры ползучести самоуплотняющегося бетона класса В 50 в зависимости от вида цемента и СП (ГП) от нормативного значения по СНБ 5.03.01 составляет от -74% до +429%. Безусловно, пренебрегать таким влиянием СП (ГП) и свойств цементов на ползучесть SCC нельзя, и вопрос заслуживает пристального внимания.

Список литературы

1. *Вовк А.И.* О качестве нафталиноформальдегидных суперпластификаторов // Бетоны и сухие смеси. 2007. № 1Б. С. 16–19.
2. *Несветаев Г.В.* Применение модификаторов с целью управления модулем упругости бетона. Новые научные направления строительного материаловедения: Мат. акад. чтений РААСН. Ч. 2 Белгород, 2005. С. 51–55.
3. *A.Ajdukiewicz, A.Kliszczewicz, M.Wegorz* Wplyw modyfikacji forwowania powierzchni betonu na rysoodpornosc elementow zelbetowych: «Krynica 2004»: Warszawa-Krynica, t. 3, P. 11–18.
4. *A.Czkwianianc, J. Pawlica, D.Ulanska* Wlasciwosci mechaniczne I reologiczne betonow samozageszczalnych: «Krynica 2004»: Warszawa-Krynica, t. 3, P. 109–116.



Открытое акционерное общество со 100% государственным капиталом «Конструкторско-технологическое бюро бетона и железобетона» (ОАО «КТБ ЖБ»)

ОАО «КТБ ЖБ» осуществляет свою деятельность в области строительного инжиниринга, проектирования, обследования и научно-технического сопровождения строительства. Специалисты ОАО «КТБ ЖБ» являются авторами и соавторами нормативных документов различного уровня. В нашей компании вы можете приобрести:

- ◆ **МРДС 02-08 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных»** – методический документ федерального значения, предназначенный для использования участниками строительного процесса в соответствии с положениями закона «О техническом регулировании» для обеспечения надлежащего качества и безопасности строительных объектов за счет применения прогрессивных технических решений, научных методов осуществления мониторинга и решения технических вопросов на всех стадиях строительства.
- ◆ **РД-15.01.2007 «Сборник расценок на основные виды работ, осуществляемых при научно-техническом сопровождении строительства».**

Стандарты организации:

- ◆ СТО «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности бетона монолитных конструкций неразрушающими методами с учетом однородности».
- ◆ СТО «Бетоны. Метод определения прочности статическим вдавливанием конуса в пробы бетона».
- ◆ СТО «Бетоны. Определение прочности методом отрыва со скалыванием».
- ◆ СТО «Контроль качества арматурно-сварочных работ в железобетонных конструкциях».
- ◆ СТО «Сварные соединения арматурных стержней в монолитных железобетонных колоннах зданий и сооружений».
- ◆ СТО «Ультразвуковой контроль сварных соединений арматуры в железобетонных конструкциях».

В 1-м полугодии 2009 г. ОАО «КТБ ЖБ» выпустит

«Инструкцию по проектированию состава и определению свойств высокопрочных бетонов из самоуплотняющихся бетонных смесей»

По вопросам приобретения нормативно-технической литературы обращайтесь по адресу:

**109428, Москва, 2-я Институтская ул., д.6, корп. 15а, Тел./Факс: (499) 170-00-65 Тел.: (499) 171-09-01
E-mail: ktb@ktbbeton.ru, marketing@ktbbeton.ru www.ktbbeton.ru**

Реклама

Т.В. ЖЕРЕБЯТЬЕВА, инженер (pb55581@mail.ru), ООО «Экспертно-диагностический центр «Промышленная безопасность»; А.Д. КОРНЕЕВ, д-р техн. наук, Липецкий государственный технический университет (Липецк)

Биостойкие бетоны для гидротехнических сооружений

Проблемой проектирования и строительства гидротехнических сооружений с учетом защиты бетона от агрессивного воздействия ассоциаций автотрофных и гетеротрофных кислотообразующих бактерий ученые отрасли занимаются несколько десятков лет [1]. Вместе с тем до настоящего времени нет научно обоснованных рекомендаций по выбору материалов для приготовления специальных бетонов.

В настоящее время комплекс связанных с этим вопросом научных и технических проблем находится на стадии изучения и критической оценки. Исследования развиваются в направлении разработки строительных материалов повышенной биостойкости за счет введения в их состав биоцидных добавок. Применять «...биоцидные материалы – при воздействии бактерий, выделяющих кислоты...» рекомендует СНиП 2.03.11–85 «Защита строительных конструкций от коррозии». При этом оценка биостойкости строительных материалов проводится исследователями различными методами. Отсутствие нормативного документа, определяющего единую методику оценки биостойкости может привести к ошибочным результатам при проведении испытаний без учета эксплуатации материалов в реальных экологических условиях.

Рекомендуемые в публикациях наиболее исследованные биоцидные добавки: полибензилпиридиний хлорид (катапин-бактерицид), алкилдиметилбензиламоний хлорид (катамин АБ) и биоцидный оловоорганический полимер (латекс АБП-40) зарекомендовали себя с положительной стороны при испытаниях в составе бетонов на фунгицидность и бактерицидность (по росту кишечной палочки *Escherichia coli* при оценке санитарно-гигиенических свойств бетона). Проверка биостойкости бетона с этими биоцидными добавками в условиях агрессивного воздействия ассоциаций автотрофных и гетеротрофных кислотообразующих бактерий, включая тионовых, не проводилась [2–5].

Задачей настоящих исследований является получение бетонов, стойких к коррозионному воздействию кислотообразующих бактерий с одновременным увеличением их морозостойкости.

Для изготовления бетонных образцов использовали бездобавочный сульфатостойкий вольский портландцемент М400 (ССПЦ 400) и липецкий шлакопортландцемент М400 (ШПЦ 400), гранитный щебень фракции 5–20 мм Павловского карьера Воронежской обл., кварцевый песок Сенцовского карьера Липецкой обл. ($M_k=2,01$), водопроводную воду и биоцидные добавки (катапин-бактерицид, катамин АБ, латекс АБП-40, ингибитор коррозии металла Инкор-3). Предполагалось, что 2,4-ди-(пиридиний-N-метил) метиленсалигениндихлорид – Инкор-3 (ТУ 6-01-1302–85), являясь катионным поверхностно-активным веществом, так же как катапин-бактерицид и катамин АБ, будет пластифицировать бетонную смесь и одновременно как ингибитор

коррозии металла повышать защитные свойства бетона по отношению к арматурной стали.

Составы бетона с биоцидными добавками подбирались с учетом получения повышенной плотности и морозостойкости с расходом цемента 420 кг/м^3 (см. табл.). Бетонная смесь приготавливалась с помощью лабораторной бетономешалки марки МЛ. По окончании перемешивания определяли подвижность по осадке конуса и проводили укладку бетонной смеси в формы 2ФК-100.

Изготовленные образцы-кубы подвергались тепло-влажностной обработке (ТВО) по режиму 4+5+8+2 ч ($t_{из.} = 85^\circ\text{C}$) в лабораторной пропарочной камере, оснащенной регулятором температуры по заданной программе ЭРП-61У4. Контроль режима ТВО осуществлялся с помощью записи температуры на диаграммной ленте моста КСМ-4.

После пропаривания и распалубки образцы находились в помещении с нормально-влажностными условиями. Прочность на сжатие, морозостойкость, биостойкость исследовали в возрасте более 28 сут. В камеру для испытания на морозостойкость, цикличность работы которой обеспечивал блок управления, образцы каждого состава помещались одновременно. Контроль за деструктивными процессами в бетоне, происходящими при циклическом замораживании-оттаивании образцов, осуществлялся по изменению массы и скорости прохождения через образец ультразвукового импульса. Для измерения скорости ультразвука использовался прибор УКБ-1М с пьезодатчиками. Кроме морозостойкости бетон испытывался на водонепроницаемость. С этой целью изготавливались бетонные образцы-цилиндры, которые испытывались по ГОСТ 12730.5–84 «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости» на специальной установке.

Ввиду сложности моделирования биологически активных сред испытание биостойкости бетонов с биоцидными добавками проводилось в реальных условиях эксплуатации вентиляторных градирен ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», которые, как было показано раньше, разрушались под воздействием аэробных кислотообразующих бактерий циклов серы, включая тионовых, азота и углерода [6]. Модельные бетонные образцы с биоцидными добавками считались небиостойкими при условиях снижения коэффициента стойкости, определяемого отношением прочности на сжатие поврежденных бетонных кубиков после экспонирования к прочности на сжатие исходных (контрольных) образцов, твердевших в нормальных условиях (в равные сроки); выделения из поврежденных зон растворной части бетонных образцов кислотообразующих бактерий циклов серы (ацидофобных тионовых), азота (аммонийокисляющих, нитритокисляющих), углерода (органогетеротрофных) методом предельных разведений на элективных стандартных средах [7, 8]; изменения физико-химических показателей в зонах коррозии бетона (анализы проводились стандартными методами).

№	Марка цемента	Вид биоцидной добавки	Расход компонентов, кг/м ³					В/(Ц+Д)	ОК, см	R _{сж} , МПа	F, циклы
			цемент	щебень	песок	добавка, % массы цемента	вода				
1	ССПЦ 400	Инкор-3	420	1213	579	1	176	0,42	4,5	31,5	1550
2	ШПЦ 400	Инкор-3	420	1205	578	1	181	0,43	4,0	30,7	450
3	ССПЦ 400	Катапин	420	1203	576	1	185	0,44	6,0	33,4	300
4	ССПЦ 400	Катамин	420	1216	583	0,3	168	0,40	4,5	31,8	1750
5	ССПЦ 400	АБП-40	420	1198	575	0,4	193	0,46	4,5	31,2	100
6	ШПЦ 400	АБП-40	420	1193	572	0,5	202	0,48	4,5	32,1	менее 100
7	ССПЦ 400	Без добавки (контрольный)	420	1200	575	–	193	0,46	5,0	31,5	100

В таблице представлены результаты испытаний на морозостойкость по ГОСТ 10060.1–95. Бетоны на сульфатостойком портландцементе с катамином АБ и Инкор-3 имеют самую высокую морозостойкость (1750 и 1550 циклов соответственно), водонепроницаемость превышает W10. Бетон с катапином имеет морозостойкость 300 циклов, с АБП-40 – 100 циклов.

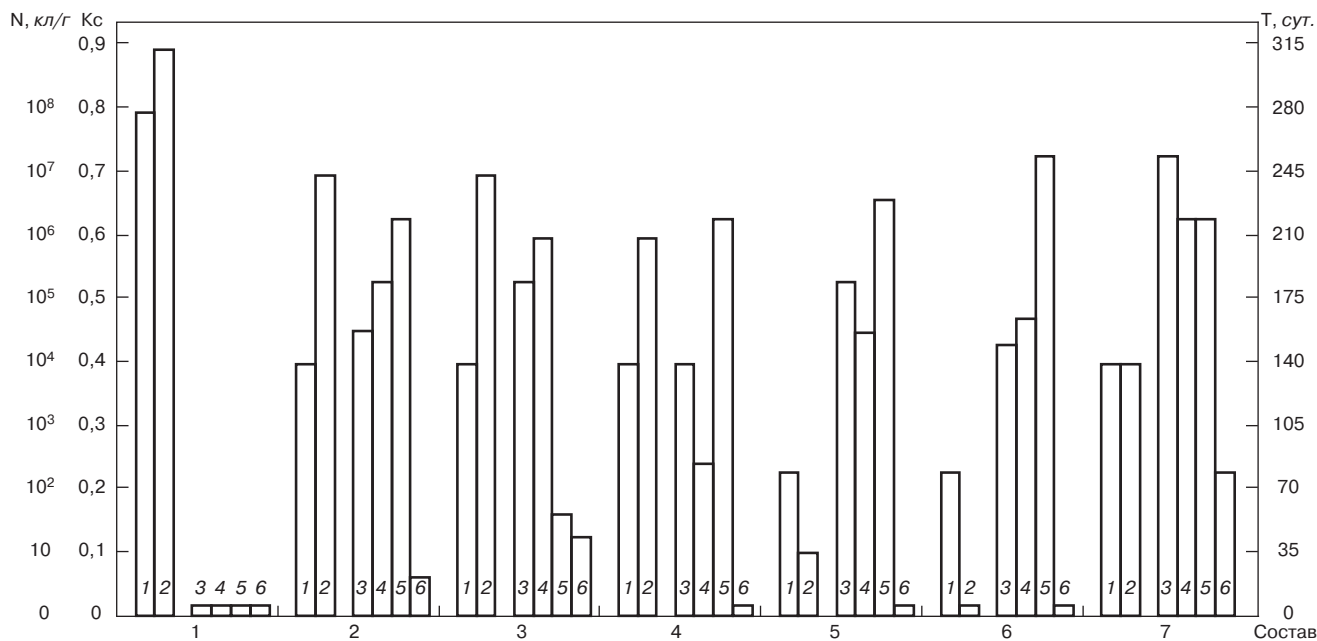
На рисунке показано, что при испытании биостойкости коэффициент стойкости K_с бетона состава 3 с катапином и состава 4 с катамином через 140 сут снизился соответственно до 0,7 и 0,6, а составов 5 и 6 с АБП-40 после 80 сут – до 0,1 и 0.

Биостойкость бетонов с катамином, несмотря на высокую морозостойкость (1750 циклов), ниже, чем бетонов с катапином, морозостойкость которых соответствовала 300 циклам. Низкую биостойкость бетона с катамином можно объяснить химическим составом добавки, содержащей амины, которые окисляются аммонийокисляющими бактериями в процессе гетеротрофной нитрификации. Максимальная численность аммонийокисляющих бактерий (N) в 1 г растворной части бетона с катамином составила 2,5·10⁶ клеток.

Исследованиями установлено, что в бетонных образцах после их изготовления бактерий нет. На рисунке показано, что в поврежденных бетонных образцах составов 2–6 были обнаружены кислотообразующие

бактерии циклов серы (ацидофобные тионовые), азота (аммонийокисляющие, нитритокисляющие), углерода (органогетеротрофные), максимальная численность которых достигала 10⁷ кл/г растворной части бетона. Высокая численность бактерий в зонах коррозии бетона привела к изменению физико-химических показателей бетонов за счет накопления синтезируемых бактериями кислот: снижению pH, увеличению содержания H₂SO₄, HNO₂, HNO₃ и CO₂. В цементном камне поврежденных образцов уменьшилось содержание диоксида кремния. Деструкция гидросиликатов кальция, переход кремния в аморфное состояние и его растворение, возможно, связаны с тионовыми бактериями *T. thioparus*, которые «при слабощелочной реакции среды способны разрушать силоксанную связь и выщелачивать кремний» [6]. Тионовые бактерии (ацидофобные) были обнаружены в разное время экспонирования во всех образцах, кроме состава 1 на сульфатостойком портландцементе с Инкор-3 и контрольных кубиков всех составов, хранящихся в нормально-влажностных условиях.

Коэффициент стойкости бетонов состава 1 на сульфатостойком портландцементе с добавлением Инкор-3 после 280 сут экспонирования в условиях эксплуатации градирен составил 0,9. Зоны коррозии не были обнаружены на образцах с добавкой Инкор-3 в сочетании с обычным портландцементом Староос-



Свойства бетонов с биоцидными добавками после экспонирования в эксплуатационных условиях: 1 – время испытания; 2 – коэффициент стойкости; 3 – численность гетеротрофных (кислотообразующих) бактерий; 4 – численность тионовых (ацидофобных) бактерий; 5 – численность аммонийокисляющих бактерий; 6 – численность нитритокисляющих бактерий

кольского завода и сульфатостойким портландцементом после двух и соответственно пяти лет испытания на биостойкость. Оптимальные значения концентрации бактерицидной добавки Инкор-3 в бетоне с учетом рационального применения в гидротехнических сооружениях соответствовали 0,5–2% от массы сульфатостойкого или обычного портландцемента (без пересчета на сухое вещество).

Добавление Инкор-3 в бетон на шлакопортландцементе (состав 2) не привело к положительному результату ($K_c=0,7$). Возможно, это объясняется химическим взаимодействием бактерицидной добавки со шлаковой составляющей цемента.

Биостойкий бетон с бактерицидной добавкой Инкор-3 в 1989 г. был внедрен при строительстве вентиляторной градирни № 1 газоочистки № 2 доменного производства ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат». Обследования железобетонных конструкций градирни показали, что биостойкость бетона сохраняется на протяжении 18 лет. Биостойкие бетоны или растворы с бактерицидными добавками Инкор могут применяться как для отделочных работ, так и для основных несущих и ограждающих строительных конструкций.

Таким образом, сравнение данных по исследованию поврежденных в натуральных условиях эксплуатации вентиляторных градирен бетонов с биоцидными добавками с ранее полученными результатами исследования зон коррозии бетона градирен показывают, что состав микробных ассоциаций кислотообразующих бактерий и химизм процесса разрушения бетона почти не меняются. Мицелиальные грибы при исследовании градирен и бетонов с биоцидными добавками были обнаружены в единичных пробах в небольших количествах

($10^2–10^3$ кл/г). Следовательно, в условиях эксплуатации вентиляторных градирен эта группа микроорганизмов не характерна для разрушенного бетона.

Список литературы

1. Биоповреждения в строительстве / Под ред. Ф.М. Иванова, С.Н. Горшина. М.: Стройиздат, 1984. 198 с.
2. Рекомендации по приготовлению и применению биоцидных строительных растворов и бетонов с добавкой катапина-бактерицида для конструкций животноводческих зданий и сооружений. М.: НИИЖБ, 1984. С. 9.
3. Рекомендации по изготовлению гидротехнических бетонов с биоцидными добавками. М.: НИИЖБ, 1981. 8 с.
4. Методические указания по применению биоцидного раствора и бетона на основе добавки катапина-бактерицида. Киев: Украинское республиканское правление НТО пищевой промышленности, 1983. 10 с.
5. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Фельдман М.С., Бузулуков В.И., Заботин К.П., Бикбаев Р.А. Свойства композитов с биоцидной добавкой // Сб. докл. конф. «Биоповреждения в промышленности». Пенза, 25–26 октября 1994. Ч. II. С. 66–69.
6. Каравайко Г.И., Жеребятьева Т.В. Бактериальная коррозия бетона // Доклады АН СССР. 1989. № 2. Т. 306. С. 477–481.
7. Методы общей бактериологии / Под ред. Ф. Герхардта. М.: Мир, 1983. Т. 1. 536 с.
8. Stanier R.Y., Palleroni N.J. and Doudoroff M. The aerobic pseudomonads: A taxonomic study. J. Gen. Microbiol., 1966. V. 43. P. 159–271.

III Международный Форум СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРОДОВ **CityBuild**

Официальная поддержка

Министерство регионального развития Российской Федерации Правительство Москвы GLOBAL EXPO

ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ
ОБЪЕДИНЯЕТ СПЕЦИАЛИСТОВ ВСЕХ ЭТАПОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

19-22 ОКТЯБРЯ 2009

Москва НОВЫЙ ПАВИЛЬОН Всероссийского Выставочного Центра

ИЗЫСКАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

www.city-build.ru

Контактная информация:
Тел.: +7 (495) 921-22-74, 981-82-20, 981-92-61
Факс +7 (495) 981-82-21
e-mail: city@global-expo.ru, www.city-build.ru

II Международная выставка
**СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ И
ТЕХНОЛОГИИ 2009**

Разделы выставки:

- > Кирпич, огнеупорные материалы
- > Цемент, известь, гипс
- > ЖБИ
- > Песок, щебень, керамзит
- > Сухие смеси
- > Лесоматериалы, изделия из них
- > Водосточные и водоотводные изделия
- > Крепежные изделия
- > Строительные леса
- > Фасадные материалы
- > Лакокрасочная продукция
- > Окна, двери
- > Фурнитура
- > Герметики, антикоррозионные и другие защитные материалы
- > Строительная химия
- > Потолки
- > Напольные покрытия
- > Наливные полы
- > Стеновые панели ПВХ, ДВП, настенные покрытия
- > Изделия из натурального и искусственного камня
- > Керамическая плитка для внешней и внутренней отделки
- > Столярные изделия (наличники, плинтуса, раскладка)
- > Оборудование для производства стройматериалов
- > Строительные инструменты, приспособления, спецодежда

Тематические дайджесты серии «Совершенствование строительных материалов» – успешный проект издательства

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.

Дайджесты «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.

В дайджест «Сухие строительные смеси» вошли рубрики: технологии и оборудование, компоненты сухих строительных смесей, обзоры, нормативная база и критерии качества (на CD).

Дайджест «Современные бетоны: наука и практика» содержит более 100 статей по тематическим разделам: исследование составов и свойств бетонов, исследования технологических аспектов производства бетонов и др.



В издательстве «Стройматериалы» Вы можете приобрести специальную литературу

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.

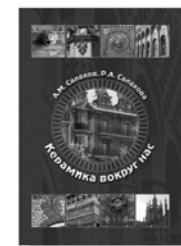


Книга «Керамика вокруг нас»

Авторы Салахов А.М., Салахова Р.А.

Авторы представляют керамику как искусство и как продукт тонкой технологии. Показано, что свойства керамических изделий определяются химическим, минералогическим и гранулометрическим составом исходных компонентов. Множество иллюстраций наглядно демонстрируют возможности использования керамических материалов в строительстве и архитектуре.

Книга предназначена специалистам предприятий, производящих керамические материалы, ученым-материаловедам, преподавателям, аспирантам и студентам, всем заинтересованным лицам.



Книга «Керамические пигменты»

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 «Сырьевые материалы, шихта и стекловарение»

Авторы В.Е. Маневич, К.Ю. Субботин, В.В. Ефременков

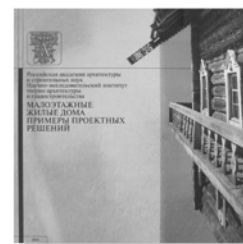
В книге подробно рассмотрены сырьевые материалы для производства стекла различного назначения, влияние технологических факторов на качество шихты и варку стекла, приведены последние разработки в области автоматизации производства стекольной шихты и других многокомпонентных смесей. Представлено различное оборудование, разработанное ЗАО «Стромизмеритель», которое успешно работает не только в России, но и других странах СНГ и дальнего зарубежья.



Альбом «Малозатяжные дома. Примеры проектных решений»

Авторы – академик РААСН Л.В. Хихлуха, канд. архитектуры Н.М. Согомонян, архитекторы Ю.В. Лопаткин, И.Л. Хихлуха.

Альбом включает разделы: «Односемейные жилые дома», «Многосемейные жилые дома», «Эстетические качества жилища», «Градостроительные группы». Предназначен для архитекторов, специалистов, занятых вопросами жилищного строительства, для органов исполнительной власти в области архитектуры и строительства, а также для частных застройщиков; может быть использован как методическое пособие для студентов вузов.



Тел./факс: (495) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru

Л.Г. ГЕРАСИМОВА, д-р техн. наук, Е. С. ЩУКИНА, инженер,
Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева
Кольского научного центра РАН (г. Апатиты Мурманской обл.)

Получение пигментных наполнителей из алюмосиликатных минеральных отходов

Вопросы утилизации отходов являются актуальными во всем мире. Растущий объем добычи и переработки минерального сырья приводит к увеличению отходов, порождает экологические проблемы, особенно серьезные для северных регионов [1 – 2]. Это делает актуальными исследования по их переработке с получением новых видов продукции, имеющей спрос на российском рынке. Внедрение исследовательских разработок способствует сокращению количества отходов, повышению эффективности использования минеральных ресурсов и одновременно способствуют решению некоторых социальных вопросов для регионов, в частности создания рабочих мест на новых производствах и повышения отчислений в местный бюджет.

К числу отраслей промышленности, использующих большие объемы сырья, относятся строительная и лакокрасочная индустрия. Постоянно растет их спрос на пигменты, пигментные наполнители. Продукты с пигментными свойствами широко применяются также при изготовлении пластмасс, бумаги, резинотехнических изделий, порошков для тушения пожаров. Перечисленные продукты могут быть реализованы на отечественном рынке.

Интерес представляют пигменты композиционного состава [1]. Как правило, свойства композиций определяются пигментной составляющей, которая находится на поверхности инертного носителя. Носителем может быть кальцит, глинозем, кремнезем, тальк. Материалы, в состав которых вводятся такие композиции, приобретают свойства и пигментов и наполнителей. Для получения композиционных технических материалов могут быть использованы и поликомпонентные минеральные отходы, и, в частности, отходы, содержащие алюмосиликатные минералы.

Работу проводили с пробой концентрата, содержащего алюмосиликатный минерал – анортозит. Химический состав исследуемого образца (см. таблицу) определяли с помощью рентгеновского аппарата для спектрального анализа Спектросканер МАКС-GV.

Вначале концентрат измельчали в течение 8 ч на шаровой мельнице. Материал мельницы и истирающих тел – фарфор. Загрузка по соотношению массы тел к массе измельчаемого материала составила 5:1. Скорость вращения мельничного барабана 80 об/мин.

Для проведения кристаллооптического исследования частиц образ-

ца использовали микроскоп типа Leica DM-2500R.

Поверхность кристаллов анортозита ровная, низкопористая, по краям наблюдается слоистость, размеры и геометрический облик кристаллов различные. Минеральное зерно при длительном и интенсивном измельчении разрушается. Механическая энергия преобразуется в электрическую и аккумулируется на поверхности твердых частиц в виде избыточного заряда. Разрушение зерен сопровождается также аморфизацией и ионизацией частицы, в частности за счет образования силанольных групп Si–ОН на ее поверхности или по краям излома.

С помощью лазерного анализатора дисперсности частиц SHIMADZU SALD-201V было определено распределение частиц исследуемого образца по размеру (рис. 2).

Измельченный образец осветляется по сравнению с исходным продуктом. Определены также некоторые малярные и технические свойства измельченного образца анортозита: маслоемкость – 18 г масла/100г образца; водоемкость – 125%; содержание водорастворимых веществ – 0,36%; рН водной вытяжки – 6,93 и удельная поверхность – 1,22 м²/г.

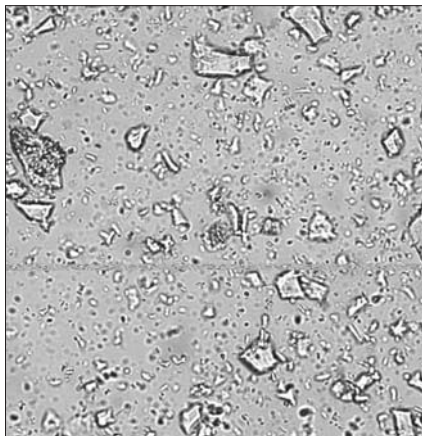


Рис. 1. Кристаллы анортозита в измельченной пробе концентрата

Компонент	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl	K ₂ O+Na ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO ₂	Fe ₂ O ₃
Содержание, %	25,2	54,56	0,17	0,22	0,49+10,1	1,85	0,22	0,04	0,62

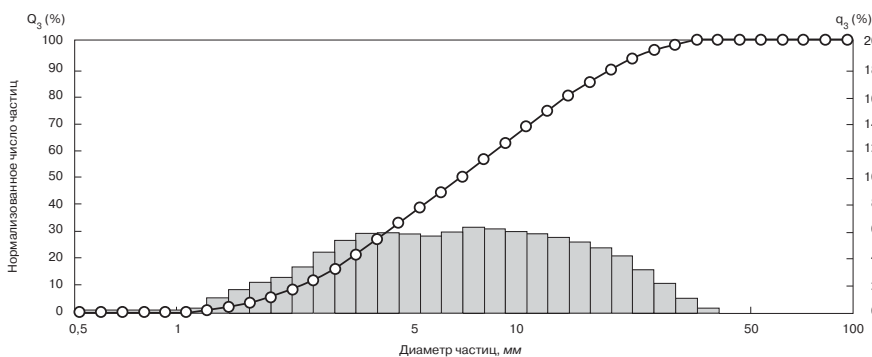


Рис. 2. Распределение частиц по размеру

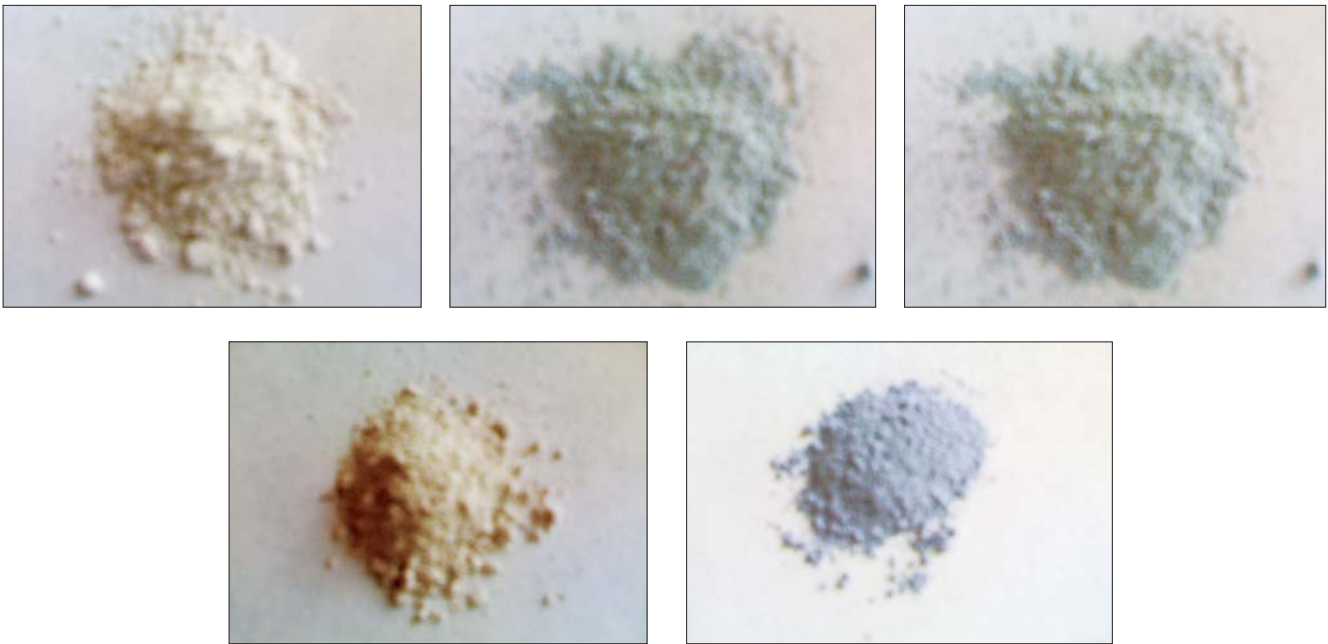


Рис. 3. Образцы анортозита, окрашенные в твердофазном режиме



Рис. 4. Образцы анортозита, окрашенные в твердофазном режиме: а – 30 мас. % железистоокисный пигмент марки К-1; б – 10 мас. % К-1; в – 0,5 мас. % фталоцианиновый зеленый

Удельная поверхность образца после измельчения увеличилась по сравнению с неизмельченным материалом более чем в 5 раз, по всей вероятности, за счет появления дефектов структуры по краям частиц, вызванных механическим воздействием. Все остальные показатели свойств приемлемы для использования продукта в качестве добавки-наполнителя при получении лакокрасочных материалов, в частности в красках на водной основе, в сухих строительных смесях.

Окрашивание тонкоизмельченного анортозита органическими красителями. Операцию окрашивания (модифицирования) можно осуществлять в жидкофазном и твердофазном режимах.

При проведении процесса в жидкофазном режиме навеску тонкоизмельченного концентрата помещали в водный раствор, интенсивно окрашенный красителем (анилиновый краситель различных цветов). Отношение в суспензии Т:Ж = 1:50. Продолжительность контактирования порошка с жидкой фазой 6–7 ч на

магнитной мешалке. Далее смесь выдерживали в течение 15 ч, отфильтровывали твердую фазу и на фильтре промывали ее водой до получения бесцветного фильтрата. Окрашенные образцы сушили на воздухе, а затем в сушильном шкафу при температуре 60 °С в течение двух часов. Для повышения интенсивности окрашивания смесь кипятили два часа, затем перемешивали на магнитной мешалке 6–7 ч. На рис. 3 приведены фотографии продуктов после их окрашивания анилиновыми красителями.

По результатам проведенных опытов можно сделать вывод, что образцы исследуемого анортозита окрашиваются, но интенсивность цветового оттенка незначительная. Лучшие результаты получены при окраске продукта в синий цвет.

Для проведения окрашивания в твердофазном режиме использовали тот же тонкоизмельченный образец, с которым работали при исследовании жидкофазного режима. Методика эксперимента заключается в том, что образец анортозита в течение

часа измельчали (активировали) с помощью лабораторной вибрационной мельницы КМ-1, затем добавляли заданное количество цветного пигмента и измельчение продолжали еще в течение 1 ч (рис. 4).

Таким образом, показано, что на основе тонкоизмельченной обогащенной пробы анортозитовой руды могут быть получены композиционные пигменты с интенсивной устойчивой окраской, которые можно использовать в производстве строительных и лакокрасочных материалов широкой цветовой гаммы.

Список литературы

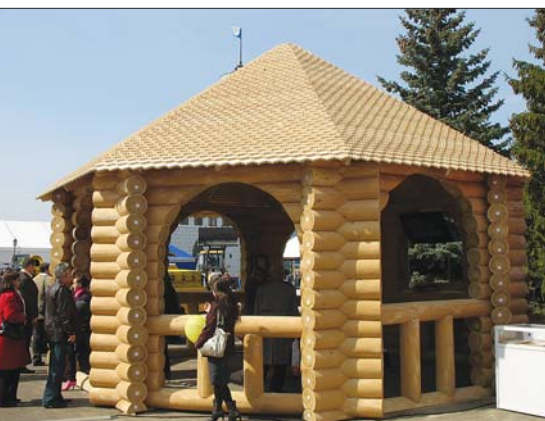
1. Герасимова Л.Г. Пигменты и наполнители из природного титаносодержащего сырья и техногенных отходов. Апатиты: КНЦ РАН, 2001. 100 с.
2. Федоров С.Г., Николаев А.И., Герасимова Л.Г. и др. Химическая переработка минеральных концентратов Кольского полуострова. Апатиты: КНЦ РАН, 2003. 186 с.



Торжественное открытие выставки



На открытых площадках «ВолгаСтройЭкспо»



Беседку из высококачественной лиственницы представила фирма «Деревянный Мерседес» (Казань)



Современная каркасная технология строительства малоэтажных домов продемонстрирована ЗАО «Домостроительный комбинат клееных модульных конструкций» (Елабужский район РТ)

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ISO - 9001



КАЗАНСКАЯ
ЯРМАРКА

ВолгаСтрой

С 27 по 30 апреля 2009 г. на территории выставочного центра «Казанская ярмарка» прошла 14-я международная специализированная выставка «ВолгаСтройЭкспо». Мероприятие организовано ОАО «Казанская ярмарка» при поддержке: Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан, Государственного жилищного фонда при Президенте Республики Татарстан, Мэрии Казани, Союза строителей Республики Татарстан, Ассоциации Строителей России (Москва), Ассоциации предприятий архитектурно-строительного и коммунального комплекса АСКОМ (Москва), Союза проектных организаций России, Российского общества инженеров строительства РОИС (Москва).

Экспозиция выставки была представлена в 4 павильонах на открытой площадке выставочного центра общей площадью более 4 тыс. м².

В выставке приняли участие 390 компаний из 34 городов России. Иностранные компании были представлены Германией, Турцией, Польшей, Австрией, Испанией, Италией, Люксембургом, США, Швецией, Финляндией, Францией, Чехией.

Традиционно экспозиция выставки включала разделы: «Архитектура и проектирование», «Современные технологии в строительстве, реконструкции и реставрации», «Строительные комплексы, машины, транспорт», «Строительные материалы, конструкции и оборудование для их производства», «Инженерные сети», «Ландшафтная архитектура, дизайн помещений», «Современные ресурсосберегающие технологии и материалы», «Экология в строительстве».

Раздел «Строительные материалы, конструкции и оборудование для их производства» был представлен как дилерами известных компаний, так и производителями.

Среди кровельных и изоляционных материалов можно отметить продукцию компании «Евроизол» (Ульяновск). Euroizol – это негорючие теплоизоляционные материалы из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы. Применяются для тепловой, звуковой и противопожарной изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования, а также для изоляции чердаков, мансард, стен, утепления навесных фасадов и наклонной кровли. Плотность производимой продукции варьируется от 80 до 180 кг/м³. Весь выпускаемый материал имеет минимальные показатели водопоглощения – 1,5%. Кроме стандартных плит предприятие, которое работает более 50 лет (Ульяновский завод теплоизоляционных изделий), выпускает нестандартную изоляцию цилиндрической формы, которая незаменима для устройства тепловой изоляции технологических трубопроводов на объектах различных отраслей промышленности и строительного комплекса.

Компания «Ликвид Раббер Раша Инк» (Москва), являющаяся производителем жидкой резины, предлагает технологию бесшовной мембранной системы. Эта система представляет собой высококачественное гидроизоляционное, антикоррозионное, стойкое к ультрафиолету, экологически чистое двухкомпонентное мембранное покрытие на водной основе, которое наносится методом холодного напыления. Свои физические свойства покрытие сохраняет без изменений в течение более чем 20 лет в жестких климатических условиях. Специально разработанное оборудование, необходимое для работы с материалом, отвечает требованиям нанесения полимерной и эластомерной асфальтной эмульсии.

Свои изоляционные материалы представили также компании «Зика», «ТехноНИКОЛЬ» (Москва), «Полиспен» (г. Кирово-Чепецк Кировской обл.), «Минплита» (Челябинск), «Пенетрон-Казань», «Химический завод им. Л.Я. Карпова» (г. Менделеевск, Республика Татарстан), «Изоляция и кровля» (Самара) и др.

Значительный сегмент выставки заняли фирмы, предлагающие металлические конструкции различного назначения, от силовых кронштейнов до большепролетных зданий: «Казанские стальные профили», «Линдаб Профиль» (Москва), «Руукки Рус» (г. Обнинск Калужской обл.), «Эксергия» (Липецк), «Алкотек» (Калуга).

Экспо-2009



ВолгаСтройЭкспо
Казань-2009

Большая часть экспозиции была занята компаниями, выпускающими оборудование для производства строительных материалов. ЗАО «Трансстройтехника» (Казань) разрабатывает и выпускает мобильные бетоносмесительные установки производительностью от 20 до 50 м³/ч, бетоносмесители для стационарных заводов, дозаторы цемента, инертных материалов, воды и жидких химических добавок. Внимание посетителей представили свое оборудование компании «СтройМеханика» (Тула), НПП «Интерприбор» (Челябинск), «АВС-МК» (Москва), АВИС (Московская область), Hess, «Рото Роберт Томас Металл унд Электроверке» (Германия).

Самый большой раздел выставки – строительно-дорожная техника. На открытой площадке (2 тыс. м²) выставочного центра была представлена строительно-дорожная техника из России, Беларуси, Великобритании, Швеции и других стран мира. Среди образцов подъемных кранов, грейдеров, экскаваторов можно отметить большой ассортимент подъемников французской фирмы «Haulotte», которые предлагает компания «ОЛОТ Восток» (Московская область). Из 45 видов выпускаемых моделей были представлены самоходные подъемники нескольких видов: ножничный электрический Comrast 10 (рабочая высота подъема 10,15 м, грузоподъемность 450 кг), коленчатый HA 12IP (рабочая высота подъема 12 м, грузоподъемность 230 кг), телескопический HTL 4014 (максимальная высота подъема 14,1 м, грузоподъемность 4 т). Подъемники имеют широкую область применения – от производства монтажных работ в малоэтажном строительстве до обслуживания систем вентиляции, пожаротушения в промышленных и общественных зданиях.

На стенде Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан были представлены планы и макеты новых спортивных объектов. В преддверии проведения в Казани XXVII летней Универсиады-2013 планируется возведение объектов социально-культурного и спортивного назначения, реализация крупнейших проектов в сфере промышленного строительства. Спортивная инфраструктура Казани в настоящее время готова к Универсиаде-2013 на 40%. В городе уже есть 28 объектов, которые после разной степени доработок могут быть использованы для проведения соревнований Всемирных студенческих игр. Для того, чтобы обеспечить проведение основных видов программы Универсиады, планируется построить еще 36 новых спортивных сооружений.

Насыщенной была деловая программа выставки. Основным мероприятием стала межрегиональная конференция для руководителей строительного комплекса Поволжья «Актуальные задачи развития строительного комплекса в условиях экономического кризиса». В рамках конференции прошли круглые столы по темам: «Построим малоэтажную Россию», «Современные методы устройства гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций», «Противопожарная безопасность в строительстве», «Современные трубопроводные системы».

Кроме того, в течение четырех дней работы выставки компании-участницы провели 10 тематических семинаров.

Всего выставку посетило более 9 тыс. человек, среди которых специалисты строительной отрасли, руководители и специалисты крупных строительных компаний, представители малого и среднего бизнеса, индивидуальные предприниматели, жители и гости Татарстана.

С каждым годом увеличиваются объемы строительства в Республике Татарстан, все больше компаний разворачивают свою деятельность в Поволжском регионе.

Участие в выставке «ВолгаСтройЭкспо-2009» дает прекрасную возможность познакомиться с современным состоянием и перспективами отечественной и зарубежной строительной индустрии, изучить новые технологии и механизмы производства качественных строительных и отделочных материалов.

И.В. Рыльцова



В номинации «Строительные материалы» ООО «ТД «БашРемСтройСервис» (Уфа) получил диплом III степени за представленный керамический облицовочный пустотелый кирпич, осветленный введением в массу природного мела



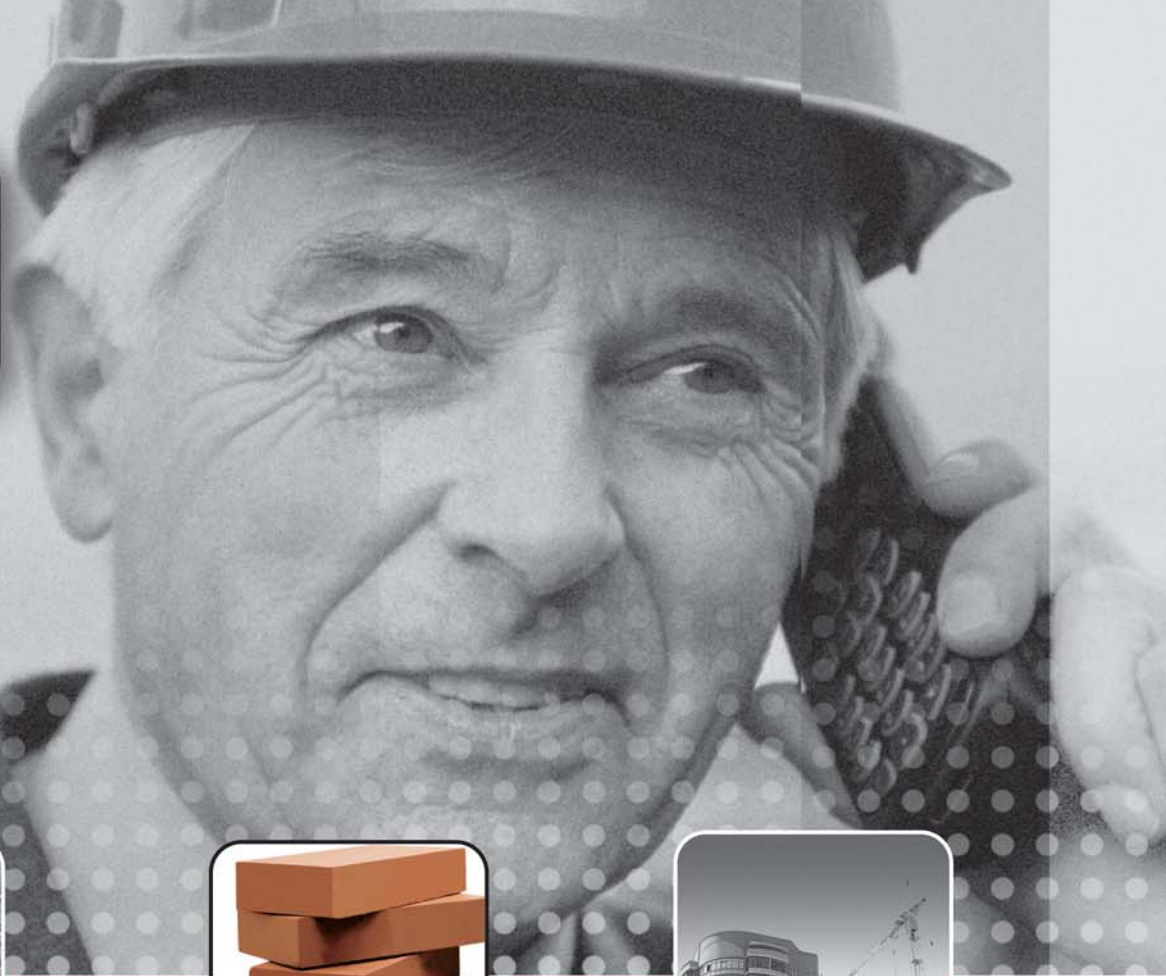
ООО «Винербергер Кирпич» (Владимирская область) награжден дипломом ГРАН-ПРИ за активное участие в выставке и представленную крупноформатную теплую керамику



Представители «АСПК» (г. Арск, РТ) собрали стенд из лучших образцов продукции завода



Макеты объектов Универсиады-2013 на стенде Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан



11-ая специализированная выставка

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 2010



27 - 30 ЯНВАРЯ
МОСКВА, ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР"

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
(КОМПЛЕКС ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
ПОЛИТИКИ И СТРОИТЕЛЬСТВА Г.МОСКВЫ)



ЕВРОЭКСПО

ОФИЦИАЛЬНАЯ
ПОДДЕРЖКА:



ПРИ СОДЕЙСТВИИ:



WWW.OSMEXPO.RU

E-mail: osm@osmexpo.ru

Тел.: +7 (495) 925 65 61/62
Факс: +7 (499) 248 07 34

УДК 666.965.3

В.И. КАЛАШНИКОВ, д-р техн. наук, М.Н. МОРОЗ, В.А. ХУДЯКОВ, кандидаты техн. наук, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства;
П.Г. ВАСИЛИК, инженер, ЗАО «ЕвроХим-1» (Москва)

Высокогидрофобные строительные материалы на минеральных вяжущих

Большое количество современных гидрофобизаторов, предлагаемых различными фирмами, требует тщательного анализа в выборе для использования при производстве различных видов строительных материалов с учетом условий их эксплуатации. Эффективность гидрофобизаторов в шлакощелочных вяжущих (ШЩВ) и бетонах на их основе в отличие от цементных в условиях воздействия сильных щелочей и соды практически не исследована.

Совместно со специалистами ЗАО «ЕвроХим-1» проведены исследования, целью которых стало выявление наиболее эффективных гидрофобизаторов в пресованном ШЩВ. Методом прессования при удельном давлении 25 МПа были изготовлены образцы-цилиндры $\varnothing 2,5$ см из шлака Липецкого металлургического завода с удельной поверхностью $400 \text{ м}^2/\text{кг}$ при влажности смеси 12%. Содержание щелочного активизатора NaOH составляло 3%. Молярность раствора NaOH в композиции около 8 моль/л. В качестве гидрофобных добавок использовано четыре различных гидрофобизатора, объединенных в три группы в зависимости от состава:

– металлоорганические гидрофобизаторы, не реагирующие с гидратной известью, – стеарат цинка $\text{Zn}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$ Zincum 5 и стеарат кальция $\text{Ca}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$ Ceasit I;

– металлоорганический гидрофобизатор реакционно-инертный к извести (олеат натрия $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{COONa}$) Natrium oleat;

– кремнийорганическая жидкость ГКЖ-10.

Дозировка всех видов гидрофобизаторов составляла 2% от массы ШЩВ. Гидрофобные смеси готовились по рекомендациям фирм-изготовителей путем тщательного перемешивания дисперсного шлака с порошковыми гидрофобизаторами для достижения однородного распределения. Гидрофобизатор ГКЖ-10 был введен с водой затворения в процессе приготовления смеси.

Одна часть контрольных и гидрофобизированных образцов твердела в нормально-влажностных условиях при относительной влажности воздуха более 90% в течение 28 сут, затем испытывалась на прочность при сжатии. Другая часть после твердения была помещена в эксика-

тор над хлоридом кальция (CaCl_2) для обезвоживания до стабилизации массы. Далее образцы подвергались длительному водонасыщению в течение 100 сут. На рис. 1 показана кинетика водопоглощения по массе ШЩВ, модифицированного гидрофобизаторами. По истечении продолжительного экспонирования образцов в воде определяли коэффициент длительной водостойкости [1].

Значения прочностей при сжатии образцов в насыщенном водой состоянии получали после их экспонирования в воде, а прочность в сухом состоянии – после высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу при $t=105\pm 5^\circ\text{C}$. Данные по прочности занесены в сводную табл. 1.

На рисунке видно, что контрольный состав имеет наибольшее водопоглощение по массе как в начальные, так и в более поздние сроки экспонирования в воде. Наибольшее поглощение отмечено у контрольного состава за 100 сут – 14% по массе (кривая 1). Наиболее сильное снижение водопоглощения обеспечивают металлоорганические гидрофобизаторы – стеарат цинка (кривая 5), стеарат кальция (кривая 4) и олеат натрия (кривая 3).

Данные гидрофобизаторы эффективны как в начальные сроки экспонирования в воде, так и в более поздние (через 100 сут).

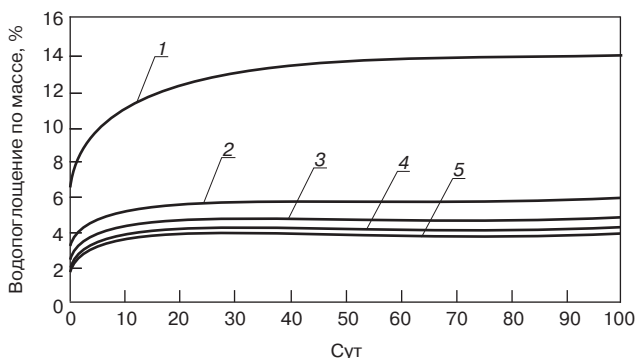
Стеарат цинка и стеарат кальция в ШЩВ обладают наиболее сильным гидрофобизирующим действием, понижая значение водопоглощения по массе контрольного состава через 100 сут в 3,58 и 3,24 раза соответственно. Реакционно-инертный гидрофобизатор олеат натрия также значительно понижает капиллярное водопоглощение (в 2,91 раза). Коэффициенты длительной водостойкости гидрофобизаторов данной группы высокие. Введение в ШЩВ стеаратов металлов кальция и цинка повысили его значение по сравнению с контрольным-бездобавочным с 0,7 до 0,98–0,99.

Исходя из требований ГОСТ 24211–2003 (табл. 2) стеараты и олеаты при дозировке 2%, уменьшающие водопоглощение гидрофобных образцов от 2 до 3 раз по сравнению с контрольными, относятся ко II классу.

Если следовать традиционным методикам определения водопоглощения строительных материалов через 48 и 72 ч, то указанные выше металлоорганические добавки обеспечивают снижение водопоглощения ШЩВ в 5–6 раз, что выше требований ГОСТ для добавок I класса. Необходимо отметить, что в практике одна и та же добавка может быть отнесена и к I и ко II, и к III классам в зависимости от ее дозировки.

Предлагается оценивать эффективность гидрофобных добавок по коэффициенту, равному отношению показателей по ГОСТ 24211–2003 уменьшения водопоглощения, взятых в процентах к расходу добавки. Тогда коэффициент функционально-экономической эффективности выразится: $K = \Delta V/\Delta D$. Для стеарата цинка он в данном случае самый высокий и равен 179%/%, т. е. снижение водопоглощения на 179% на 1% добавки.

ГКЖ-10, относящаяся к III классу гидрофобизаторов, также эффективно проявляет свои водоотталкивающие свойства при длительном насыщении в воде и снижает



Кинетика водопоглощения по массе ШЩВ с различными гидрофобными добавками: 1 – контрольный; 2 – ГКЖ-10; 3 – олеат натрия Natrium oleat; 4 – стеарат кальция Ceasit I; 5 – стеарат цинка Zincum 5

Таблица 1

№	Вязущее	Вид гидрофобизатора	Прочность при сжатии, МПа				Коэффициент длительной водостойкости через 100 сут
			1 сут	28 сут	Насыщенных в течение 100 сут	Высушенных после 100 сут насыщения	
1	Шлакощелочное	–	25,3	78,6	95,3	136,1	0,7
2		Zincum 5	24,5	75,2	106,1	107,2	0,99
3		Ceasit I	27,7	76,1	98	100	0,98
4		Natrium oleat	21,9	67,3	87,3	95,9	0,91
5		ГКЖ-10	16,7	73,7	75,2	87,4	0,86

водопоглощение по массе в 2,41 раза по сравнению с негидрофобизированными составами. Коэффициент длительной водостойкости образцов из ШЩВ с этой добавкой выше контрольного и составляет 0,86 (табл. 1).

При исследовании влияния гидрофобизаторов всех трех групп на прочность при сжатии, было установлено, что стеараты цинка и кальция незначительно понижают прочность при осевом сжатии ШЩВ. Отмечено, что образцы со стеаратом кальция через 1 сут нормально-влажностного твердения имели прочность несколько выше (27,7 МПа) контрольных образцов ШЩВ. Самое низкое значение начальной прочности при сжатии (16,7 МПа) у составов, изготовленных с добавлением ГКЖ-10. При взаимодействии гидроксида кальция с этилсиликонатом натрия образуется труднорастворимый молекулярно-дисперсный кальциевый силиконат, который экранирует частицы шлака и замедляет начальную гидратацию. Образующийся в результате реакции в растворе активный гидроксид натрия в дальнейшем стимулирует реакцию гидратации.

В нормированные сроки твердения образцы негидрофобизированного ШЩВ имели прочность 78,6 МПа. Все образцы с гидрофобизаторами, за исключением олеата натрия, имеют нормированную прочность, близкую к прочности контрольного состава. Наиболее интенсивный набор прочности при сжатии в течение 100-суточного экспонирования образцов в воде наблюдается у составов, изготовленных с добавлением стеарата цинка, стеарата кальция и олеата натрия (составы 2; 3; 4 из табл. 1), у которых прочность по сравнению с нормированной 28-суточной прочностью возросла, соответственно на 30,9 МПа 21,9 и 20 МПа.

Из всех исследованных гидрофобизаторов наиболее эффективными в ШЩВ в повышении водоотталкивающих свойств являются металлоорганические гидрофобизаторы – стеараты цинка и кальция, которые имеют длительный коэффициент водостойкости – 0,99 и 0,98. Они не понижают прочности при сжатии в нормированные сроки и способствуют активному твердению шлака в водной среде с существенным набором прочности при сжатии в течение 100-суточного нахождения в воде.

В связи с этим на втором этапе исследований были проведены эксперименты по изучению гидрофобного эффекта стеарата цинка в минерально-шлаковых мелкозернистых бетонах.

При применении заполнителей, содержащих кварц, гидратация и структурообразование в контакте заполнитель – композиционное ШЩВ – гидрофобная добавка происходят по схеме: в начальный период под воздействием щелочного активизатора и воды разрушается стекловидная фаза шлака. Поверхность зерна кварца чрезвычайно устойчива к воздействию воды, но в щелочной среде растворимость его возрастает. В приповерхностном слое кварца создаются ультрамикротерогенные локальные активированные комплексы, по которым идет их взаимодействие с вяжущим.

Если в качестве мелкого заполнителя используется карбонатный песок (известняк), то химических реакцион-

ных процессов между CaCO₃ и NaOH или Na₂CO₃ не происходит. Химическое взаимодействие поверхности кальцита возможно лишь с гидролизной Ca(OH)₂. Однако на поверхность частиц CaCO₃ эпитаксиально могут наращиваться гидросиликаты, гидроалюминаты и гидроалюмосиликаты кальция, которые поставляются при гидратации шлаковых частиц.

Для определения влияния стеарата цинка на кинетику роста прочности при сжатии и на водопоглощение в процессе длительного выдерживания в воде мелкозернистого бетона использовали составы на карбонатно- (КШВ) и глиношлаковом вяжущих (ГШВ) [2]. Соотношение компонентов вяжущего шлак : порода составляло 60:40. В качестве мелкого заполнителя добавляли песок сурский в количестве 150% от массы минерально-шлакового вяжущего. Влажность смеси для мелкозернистого бетона на песке составляла 8% от массы сухой смеси, на известняке – 12%. В качестве активизатора твердения использовали щелочь NaOH в количестве 3% от массы вяжущего. Дозировка стеарата цинка 2,5% от массы вяжущего.

Экспериментальное подтверждение сильных поверхностных взаимодействий кальцита с продуктами гидратации шлака позволяет рекомендовать в качестве мелкого заполнителя карбонатные породы. Поэтому добавляли известняк фракции 0,315–1,25 в количестве 200% от массы карбонатно-шлакового вяжущего, модифицированного металлоорганическими гидрофобизаторами.

Кинетика роста прочности и изменение коэффициента длительной водостойкости мелкозернистого бетона на минерально-шлаковых вяжущих (МШВ) с гидрофобной добавкой стеарата цинка представлены в табл. 3, а кинетика водопоглощения гидрофобизированных мелкозернистых бетонов в табл. 4.

Из табл. 3 видно, что прочность в начальные сроки при осевом сжатии гидрофобизированного мелкозернистого бетона на кварцевом песке с добавкой стеарата цинка значительно понижается по сравнению с контрольными негидрофобизированными составами.

У карбонатно-шлакоизвестнякового бетона (КШИБ) прочность снижается в 2,6 раза и составляет 3,4 МПа. Все составы мелкозернистого бетона с гидрофобной добавкой стеарата цинка как на песке, так и на известняке имеют 28-суточную прочность, превышающую прочность негидрофобизированного мелкозернистого бетона.

Максимальное значение прочности при сжатии в насыщенном водой состоянии 51,9 МПа, отмечено на образцах из карбонатно-шлакопесчаного бетона (КШПБ), модифицированного стеаратом цинка.

Таблица 2

Классы гидрофобизаторов	Снижение водопоглощения в течение 28 сут по сравнению с базовым (ΔВ), %
I класс	500 и более
II класс	200–499
III класс	101–199

Таблица 3

№	Вид вяжущего и соотношение компонентов	Количество заполнителя, % от массы вяжущего	Вид, дозировка добавки, % от массы вяжущего	Влажность смеси, %	Характеристики материала					
					Плотность сух, г/см ³	Прочность при сжатии при нормальных условиях твердения, МПа, через		Прочность при сжатии при нормальных условиях твердения, МПа		Коэффициент длительной водостойкости
						1 сут	28 сут	$R_{сж}^{нас}$	$R_{сж}^{сух}$	
1	Карбонатно-шлаковое	Песок 150	–	8	2,11	5,3	26,9	42,7	67,4	0,63
2			Ст. Zn, 2,5	8	2,12	1	27,4	51,9	64,8	0,8
3		Известняк 200	–	12	2,02	8,8	23,8	35,1	45,3	0,77
4			Ст. Zn, 2,5	12	2	3,4	24,3	34,2	41,8	0,82
5	Глино-шлаковое	Песок 150	–	8	2,14	6,5	30,1	34	68	0,5
6			Ст. Zn, 2,5	8	2,1	1	36,7	39,5	50,6	0,82

Примечание: Ст. Zn – стеарат цинка Zincum 5.

Таблица 4

№ состава из табл. 3	Водопоглощение образцов по массе, %, через																
	15 мин	30 мин	1 ч	5 ч	1 сут	3 сут	7 сут	11 сут	14 сут	27 сут	41 сут	51 сут	57 сут	117 сут	163 сут	200 сут	250 сут
1	3,69	4,25	4,47	5,1	5,74	6,11	6,26	6,5	6,67	6,85	6,94	6,97	7	7,1	7,2	7,2	7,2
2	1,5	1,72	2,03	2,45	2,95	4,14	4,9	5,3	5,6	5,97	6,06	6,06	6,06	6,1	6,2	6,2	6,2
3	6,47	8,02	8,95	9,1	9,36	9,94	10,24	10,5	10,6	11,01	11,27	11,4	11,6	12	12,1	12,06	12,06
4	4,76	6,16	6,62	7,5	8,44	9,22	9,6	9,83	9,88	10,13	10,3	10,3	10,4	10,4	10,5	10,5	10,5
5	5,36	6,33	6,48	6,5	6,62	6,62	6,8	6,98	7,05	7,33	7,52	7,6	7,65	7,8	7,85	7,85	7,85
6	2,03	2,67	2,99	3,4	3,87	4,76	5,32	5,5	5,55	5,76	5,82	5,88	5,91	5,96	5,96	5,96	5,96

Для оценки кинетики водопоглощения во времени при длительном экспонировании в воде и определения коэффициента длительной водостойкости образцы мелкозернистого бетона насыщали водой в течение 250 сут. Часть образцов была испытана на прочность при сжатии в насыщенном водой состоянии, другая высушивалась в сушильном шкафу при $t=105\pm 5^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы.

Водопоглощение по массе образцов глиношлакопесчаного бетона (ГШПБ) со стеаратом цинка в первые 72 ч в 1,39 раза ниже контрольного и составляет 4,76%, для КШПБ – в 1,47 раза и составляет 4,14% (табл. 4).

Такие низкие показатели водопоглощения в двухсуточном возрасте, регламентируемом ГОСТом, и значительное возрастание его при дальнейшем водонасыщении оправдывают введение методов оценки степени гидрофобизации при длительном экспонировании в воде. Это необходимо и для разработки классификационной оценки качества гидрофобных добавок.

Достаточно длительное экспонирование в воде образцов из мелкозернистого бетона показывает высокую эффективность применения стеарата цинка в качестве эффективного гидрофобизатора для бетонов на карбонатно- и глиношлаковом вяжущих. К восьми месяцам выдерживания образцов в воде на ГШПБ с добавлением стеарата цинка водопоглощение по массе уменьшается в 1,32 раза, на КШПБ – в 1,16 раза по сравнению с контрольным (табл. 4). При этом коэффициент длительной водостойкости у таких бетонов достигает 0,82 и 0,8, что значительно выше контрольного 0,5 и 0,63 (табл. 3).

Гидрофобная добавка – стеарат цинка в КШИБ понижает водопоглощение по массе в 1,15 раза по сравнению с контрольным составом (табл. 4).

Проведенные исследования показали высокую эффективность металлоорганических гидрофобизаторов как в шлакощелочном вяжущем, так и в минерально-шлаковых композиционных материалах на основе известняка и глины. Однако для уменьшения расхода гидрофобизаторов необходима технология их диспергирования до наноразмерного уровня с микрооднородным распределением в бетоне [3]. Данные модификаторы-гидрофобизаторы могут быть рекомендованы для использования в качестве эффективных добавок для минерально-шлаковых вяжущих и бетонов на их основе.

Список литературы

1. *Калашиков В.И., Мороз М.Н., Хвастунов В.Л., Нестеров В.Ю., Василик П.Г.* Органические гидрофобизаторы в минерально-шлаковых композиционных материалах из горных пород // Строит. материалы. 2005. № 4. С. 26–29.
2. *Калашиков В.И., Мороз М.Н., Нестеров В.Ю., Хвастунов В.Л., Макридин Н.И., Василик П.Г.* Металлоорганические гидрофобизаторы для минерально-шлаковых вяжущих // Строит. материалы. 2006. № 10. С. 38–39.
3. *Калашиков В.И., Мороз М.Н., Худяков В.А.* Нанотехнология гидрофобизации минеральных порошков стеаратами металлов // Строит. материалы. 2008. № 7. С. 45–47.

В.С. ЛЕСОВИК, член-корр. РААСН, д-р техн. наук,
 Ф.Е. ЖЕРНОВОЙ, инженер (fedor.zhernovoy@gmail.com),
 Е.С. ГЛАГОЛЕВ, инженер (zhenyaglagolev@gmail.com),
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Использование природного перлита в составе смешанных цементов

Перспективным во многих отношениях способом повышения эффективности производства и применения цемента, получившим в последние годы широкое признание в мировой практике, является выпуск смешанных (композиционных, многокомпонентных, модифицированных) цементов [1–2].

Увеличение доли и видов минеральных добавок в цементах обусловлено в первую очередь необходимостью энергосбережения при их производстве, а также стремлением целесообразно и полно использовать гидравлическую активность добавок, их положительное влияние на структурообразование цементного камня и бетонов, формирование технологических и строительно-технических свойств. К основным причинам «ассортиментного взрыва» цементов следует отнести и растущее разнообразие потребностей цивилизации, активное развитие науки и технологии вяжущих, дальнейшее расширение технических возможностей промышленности. Очевидно, что в обозримом будущем приоритет по-прежнему будет принадлежать модифицированным и смешанным вяжущим [3–5].

Многочисленными работами показана эффективность использования в составе смешанных цементов побочных продуктов черной металлургии (формовочные пески, вторичная окалина, гранулированный шлак); энергетики (зола-унос, колошниковая зола); микрокремнезема и других промышленных отходов. Широко применяют и природные минеральные добавки, которые получают тонким измельчением горных пород вулканического (туфы, пеплы) или осадочного (диатомит, трепел, опока) происхождения.

В настоящей работе был исследован перлит крупнейшего в России Мухор-Талинского месторождения как активная минеральная добавка к портландцементу.

Мухор-Талинское месторождение перлитовых пород с годовой выработкой около 1 млн 200 тыс. м³ находится в Бурятии в 90 км от г. Улан-Удэ, в перспективе планируется увеличение мощностей по добыче, переработке и комплексному использованию перлитов.

Природный перлит представляет собой стекловатую массу с темными полосами, расположенными параллельно друг другу. Текстура флюидно-перлитовая, излом полураковистый, цвет породы зеленовато-серый. Стекловидный природный перлит практически рентгеноаморфен.

Химический состав мухор-талинских стекловидных перлитов представлен: SiO₂ 71–72 мас.%, Al₂O₃ 13–16 мас.%, R₂O до 8 мас.%, Fe₂O₃ около 1–2 мас.%, доли процентов оксидов магния и кальция. Перлиты содержат 6–8% химически связанной воды. Присутствие щелочных катионов и связанной воды в перлите снижает степень конденсации кремнекислородных и алюмокислородных полиэдров, способствует образованию более открытого, более активного типа структуры [6]. Пространственная сетка вулканического стекла представляет собой неупорядоченный алюмокремнекислородный каркас по степени связанности соответствующий слоисто-каркасным структурам.

Аморфные эффузивные породы изначально являются высокоактивными веществами, в которых максимально сконцентрирована энергетика геологических процессов. Распределение растворенных газов в процессе твердения приводит к образованию высокой удельной поверхности. Кроме того, свободная энергия таких веществ существенно возрастает при помоле и механоактивации. Предполагается, что накопленный суммарный энергетический потенциал найдет реализацию в вяжущих системах путем проявления высокой

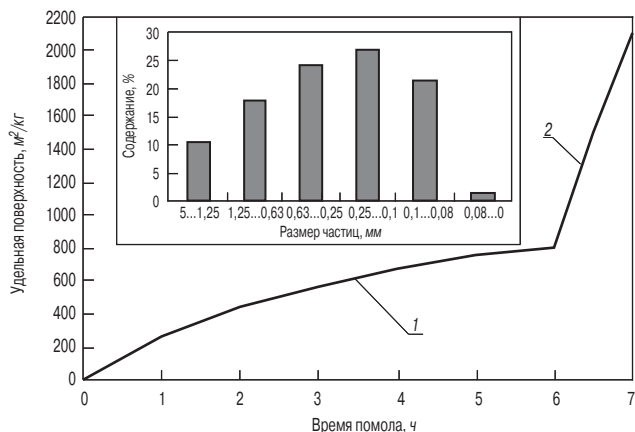


Рис. 1. Фракционный состав перлита при дроблении в щековой дробилке и кинетика изменения его удельной поверхности при помоле в шаровой (1) и центробежно-планетарной (2) мельницах

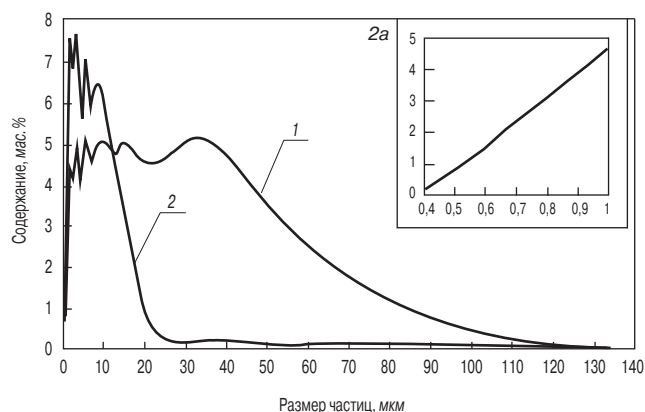


Рис. 2. Дифференциальные кривые распределения частиц порошка перлита после помола в шаровой (1) и планетарной (2) мельницах. 2а – участок кривой 2 в области ультрадисперсных размеров частиц

пуццолановой активности и эффективного влияния на процессы гидратации и синтеза прочности цементно-каменя.

Известно, что традиционная технология получения смешанных вяжущих предусматривает совместный помол клинкера, гипса и минеральных добавок в количествах, допустимых нормативными требованиями. В то же время рядом исследований установлено, что для каждого вида добавок существует своя оптимальная дисперсность (вплоть до ультрадисперсных размеров частиц), в связи с этим рационально добавки размалывать отдельно до оптимальной дисперсности и вводить их в цемент или при приготовлении бетонной смеси. Именно такой способ введения перлита был принят в настоящей работе.

Для выяснения влияния дисперсности перлита на его гидравлическую активность и прочность получаемых из смешанных цементов конгломератов в работе использован порошкообразный перлит двух фракций:

1) тонкодисперсный – с удельной поверхностью 800 м²/кг (рис. 1), полученный путем 6-часового помола дробленого перлита (рис. 1, левая часть) в 12-литровой лабораторной шаровой мельнице;

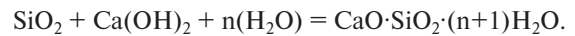
2) порошок с микронными размерами частиц, S_{уд} = 2100 м²/кг (рис. 1), полученный посредством одночасового помола тонкодисперсного порошка в лабораторной центробежно-планетарной мельнице «Санд» с объемом барабана 0,37 л. Планетарный принцип движения камер измельчения позволяет получить знакопеременные ускорения до 20g (и даже до 100g) в отличие от простых шаровых мельниц (1g).

Наиболее эффективный механоактиватор с точки зрения накопления внутренней энергии в измельчаемом материале – это обычная шаровая мельница, поскольку именно для нее характерны наибольшие энергозатраты на измельчение материалов. Полагая, что весь поток подводимой энергии проходит через порошок измельчаемого материала, можно утверждать, что именно в этом аппарате имеет место постоянное «накачивание» частиц измельчаемого материала дозами энергии. Длительное измельчение при незначительном росте удельной поверхности повышает долю внутренней энергии, накапливаемой материалом и реализуемой при его твердении. В результате прочность вяжущих, получаемых в шаровых мельницах, при одинаковой удельной поверхности на 20–30% превышает прочность вяжущих, получаемых в энергонапряженных измельчителях.

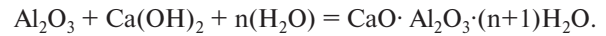
В шаровой мельнице получен полидисперсный порошок перлита с размерами частиц в основном менее 70 мкм. После помола его в центробежно-планетарной мельнице в течение 1 ч размер частиц не превышал 20 мкм, при этом ультрадисперсная фракция (<1 мкм) составляла более 15% (рис. 2).

Существенное различие в величинах удельной поверхности порошка перлита с микронными размерами частиц, измеренных по способам воздухопроницаемости (прибор ПСХ-12) и адсорбции жидкого азота – 2100 и 4700 м²/кг соответственно, дает основание предполагать, что поверхность частиц перлита трещиноватая, с развитой системой пор (макропоры, мезопоры и микропоры), а следовательно, должна обладать высокой гидравлической активностью. Это предположение полностью подтвердилось при определении гидравлической активности подготовленных порошков перлита путем поглощения ими извести из насыщенного раствора Са(ОН)₂ (рис. 3). В течение 30 сут выполнено 15 титрований (через каждые 2 сут).

Действие перлита как активной минеральной добавки основано на способности содержащегося в нем аморфного кремнезема связывать известь в низкоосновные гидросиликаты кальция по схеме:



В то же время согласно [7] оксид алюминия (содержание в перлите до 16%) также взаимодействует с известью с образованием гидроалюминатов кальция:



Таким образом, проявляется высокая пуццолановая активность перлита, превышающая активность вулканических пеллов, туфов (50–80) и сопоставимая (для порошка с микронными размерами частиц) с активностью микрокремнезема и диатомита (250 мг/г) [8].

Смешанные цементы готовили на основе портландцемента ЗАО «Белгородский цемент» марки ПЦ 500-Д0 (S_{уд} = 315,5 м²/кг, нормальная густота 27%, содержание SO₃ = 2,4%). Величину добавки перлита варьировали в широком диапазоне: 1, 5, 10, 15, 20, 40 и 60 мас. % порошка перлита с удельной поверхностью 800 м²/кг; 1, 5, 10, 15, 20 мас. % – с удельной поверхностью 2100 м²/кг. Смешивание портландцемента с добавкой осуществляли в течение 20 мин в 3-литровой шаровой мельнице (количество шаров 5).

Прочность при сжатии смешанных цементов определяли на малых образцах размером 20×20×20 мм, которые формовали из теста нормальной густоты (табл. 1), режим твердения образцов водный, температура 22±3°C.

При подготовке цементного теста из смешанных цементов было отмечено, что введение тонкодисперсных добавок в количестве до 10% не вызывает увеличения вязкости системы и не требует дополнительной воды затворения. Подобный факт был отмечен в работе [9] для смешанных цементов с ультрадисперсными добавками и объяснялся возникновением баланса между факторами, влияющими на текучесть: увеличение вязкости за счет сокращения объема свободной воды и увеличения числа коагуляционных контактов компенсиру-

Количество перлита, мас. %	Перлит с S _{уд} = 800 м ² /кг	Перлит с S _{уд} = 2100 м ² /кг
	Нормальная густота теста, %	Нормальная густота теста, %
0 (ПЦ 500-Д0)	27	27
1	27,3	27
5	27,3	27,2
10	27,3	27,2
15	27,5	28,3
20	27,7	30
40	29	–
60	30,5	–

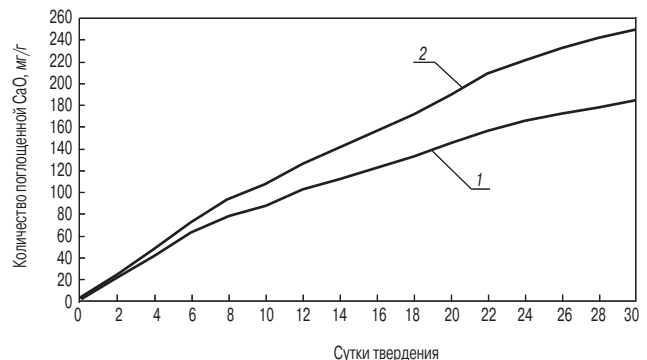


Рис. 3. Поглощение извести порошком перлита, измельченным в шаровой (1) и планетарной (2) мельницах

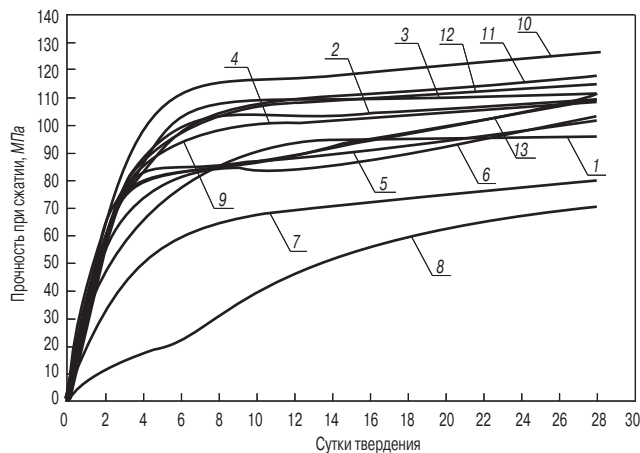


Рис. 4. Кинетика нарастания прочности при твердении смешанных цементов: 1 – ПЦ 500-Д0; 2 – 1% перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 3 – 5% перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 4 – 10% перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 5 – 15% перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 6 – 20% перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 7 – 40% перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 8 – 60% перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 9 – 1% перлита с $S_{уд} = 2100 \text{ м}^2/\text{кг}$; 10 – 5% перлита с $S_{уд} = 2100 \text{ м}^2/\text{кг}$; 11 – 10% перлита с $S_{уд} = 2100 \text{ м}^2/\text{кг}$; 12 – 15% перлита с $S_{уд} = 2100 \text{ м}^2/\text{кг}$; 13 – 20% перлита с $S_{уд} = 2100 \text{ м}^2/\text{кг}$

ется слабостью этих контактов из-за наличия на микро-частицах пленок адсорбционно-связанной воды.

В смешанных цементах частицы тонкодисперсного перлита, покрытые адсорбционными слоями воды, заполняют промежутки между относительно грубодисперсными частицами цемента, создавая вязкопластичную среду цементного теста.

Анализ результатов испытания композитов из смешанных цементов на сжатие (рис. 4 и 5) позволяет сделать следующие выводы:

- использование тонкодисперсных перлитов в составе смешанных цементов в количестве до 20% приводит к повышению марочной прочности от 10 до 30% в сравнении с прочностью цемента марки ПЦ 500-Д0. Степень упрочнения увеличивается с повышением дисперсности перлита, наиболее эффективна добавка в количестве 5% (рис. 5), при этом предел прочности при сжатии повышается на 30% по отношению к ПЦ 500-Д0;

- смешанные цементы, содержащие перлит в количестве до 20 мас. %, характеризуются быстрым набором прочности в ранние сроки твердения. Так, 3-суточная прочность конгломератов, содержащих 5% перлита, составляет 90% марочной прочности бездобавочного цемента. В сравнении с цементом ПЦ 500-Д0 прочность смешанных цементов в ранние сроки на 25–60% выше, наибольшим эффектом характеризуются цементы с перлитом микронных размеров в количестве 5–15% (рис. 5);

- темпы прироста прочности смешанных цементов в период основной фазы гидратации (с 7-х по 28-е сутки твердения) выше, чем в портландцементе ПЦ 500-Д0, о чем свидетельствует ход кинетических кривых (рис. 4);

- добавка перлита в смешанные цементы в количестве более 20% приводит к снижению прочности.

Полученные экспериментальные результаты можно объяснить многоплановой ролью дисперсных добавок перлита в смешанных цементах. В первую очередь частицы тонкодисперсного перлита заполняют пространство микропор (так называемый «эффект микро-наполнителя»), тем самым повышая плотность упаковки системы и прочность цементного камня. Во-вторых, аморфные силикатная и алюминатная составляющие вулканического стекла активно участвуют в химических реакциях образования новой фазы, в том числе в раннюю фазу гидратации, обеспечивая в ко-

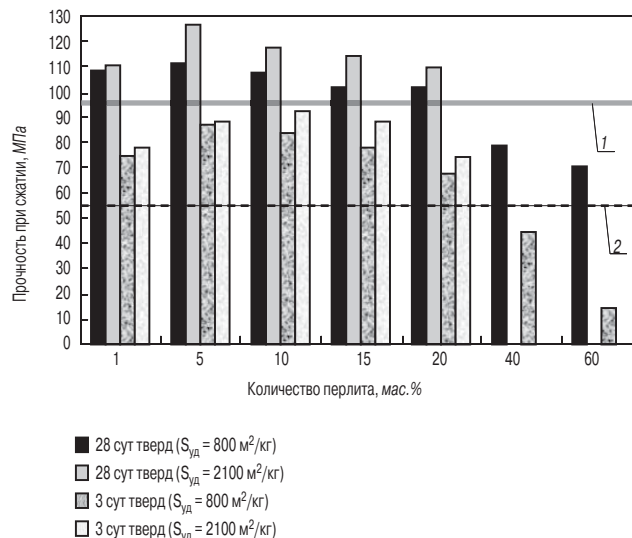


Рис. 5. Прочность смешанных цементов в зависимости от количества и дисперсности перлита: 1 – прочность цементного камня ПЦ 500-Д0 (28 сут); 2 – прочность цементного камня ПЦ 500-Д0 (3 сут)

нечном счете формирование кристаллических сростков низкоосновных гидросиликатов кальция с соотношением $C/S \leq 1$ вместо первичных кристаллогидратов типа портландита и высокоосновных гидросиликатов кальция (продуктов гидратации клинкерных минералов). Не исключается также тот факт, что ультрадисперсные частицы перлита могут являться активными центрами (нуклеаторами, катализаторами) кристаллизации гидратных фаз, увеличивая количество гидросиликатов и гидроалюминатов, особенно на ранней фазе гидратации.

Поскольку перлит представляет собой вулканическое стекло с высоким (до 13–16%) содержанием оксида алюминия, можно предполагать, что перлит будет способствовать компенсации усадки портландцемента, играть роль регулятора сроков схватывания цемента и использоваться для замены дорогостоящего глиноземистого цемента.

Учитывая тот факт, что повышение дисперсности добавки приводит к более эффективному ее воздействию на процессы гидратации и структурообразования, представляет интерес изучение наноразмерных добавок перлита в цемент. Проблема получения наноперлита, вероятно, может быть решена путем использования технологии «NSB: Нанотехнология сверхизмельчения Башкирцева» [патент РК № 18836].

Таким образом, установлен механизм тонкой дезинтеграции природного перлита, изучена кинетика его влияния на прочностные свойства вяжущего. Установлено, что для получения смешанных цементов эффективно вводить до 20% перлита, при этом наибольший прирост прочности наблюдается при его содержании 5–10%.

Разработанные композиции с применением природного перлита согласно ГОСТ 10178–85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» можно отнести к марке ПЦ 500-Д20-Б.

Следует отметить, что представленные результаты исследований при выявлении зависимости химический состав перлита–прочность смешанного цемента могут быть обобщены для аморфных перлитов различных месторождений.

В промышленном производстве смешанных цементов можно также использовать тонкодисперсные фракции перлита техногенного происхождения – пыль электрофильтров производства вспученного перлита, что существенно повысит экономическую составляющую предложенного решения.

Список литературы

1. Лесовик В. С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: АСВ, 2006. 526 с.
2. Хардер И. Заменители клинкера в цементной промышленности // Цемент. Известь. Гипс. 2006. № 2. С. 26, 28–31.
3. Лесовик В. С., Строчкова В. В., Жерновой Ф. Е. Нанотехнологии в производстве цемента. Обзор направлений исследования и перспективы развития // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: Сб. докл. междунар. науч.-практич. конф. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. Ч. 1. С. 146–151.
4. Уфимцев В. М., Пьячев В. А. Производство вяжущих вчера, сегодня, завтра // Цемент и его применение. 2001. № 1. С. 15–17.
5. Хардаев П. К., Убонов А. В. Смешанные вяжущие на основе вулканических пород Забайкалья // Строит. материалы. 2007. № 7. С. 80–81.
6. Химия цементов / Под ред. Х.Ф. Тейлора. М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. 504 с.
7. Бутт Ю. М., Тимашов В. В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1973. 504 с.
8. Пустовгар А. П. Эффективность применения активированного диатомита в сухих строительных смесях // Строит. материалы. 2006. № 10. С. 62–64.
9. Каприелов С. С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов // Бетон и железобетон. 1995. № 6. С. 16–20.

ИНФОРМАЦИЯ



Томский политехнический университет

объявляет об очередном наборе в магистратуру
при кафедре технологии силикатов и наноматериалов

по программе «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

Обучение предусматривает подготовку
по специализациям:

- Технология керамических и огнеупорных материалов
- Технология цемента и других вяжущих веществ
- Технология стекла, микро- и наноструктурных стеклокристаллических материалов
- Технология керамических материалов и покрытий для медицины.



Ключевые профессиональные компетенции магистрантов, приобретаемые в процессе обучения:

- Умение прогнозировать потенциальные возможности природного и технического сырья.
- Умение создавать и реализовать проекты по производству различных видов ТНСМ с учетом особенностей сырья и достижения максимальной эффективности производства.
- Готовность к экспертному исследованию свойств и реальной структуры тугоплавких неметаллических материалов, в том числе к самостоятельной высококвалифицированной эксплуатации современного лабораторного оборудования и приборов по избранному направлению исследований.
- Способность к быстрой и качественной разработке бизнес-планов и проведению предварительных маркетинговых исследований для коммерциализации продуктов деятельности в области технологии ТНСМ.
- Способность к самостоятельной подготовке и реализации научных проектов различного уровня, международных грантов.
- Владение профессиональным иностранным языком.

Для лиц, заинтересованных в дальнейшей научной карьере в ТПУ, функционирует аспирантура и докторантура. На базе кафедры ТСН работает Совет Д 212.269.08 по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальности 05.17.11.

Практикуется целевая подготовка магистров для фирм, научно-производственных объединений, научных и образовательных учреждений. При этом предусмотрена возможность изменения индивидуального плана подготовки магистранта в соответствии с рекомендациями заказчика.

Для получения квалификации (степени) «магистр» необходимо иметь диплом государственного образца о высшем профессиональном образовании, подтверждающий присвоение лицу квалификации «бакалавр» или «дипломированный специалист».

Справки о вступительных испытаниях по телефонам приемной комиссии и кафедры ТСН.

Нормативный срок обучения 2 года. По окончании выдается диплом о высшем образовании с присвоением степени (квалификации) «магистр».

Сроки приема документов: с 20 июня по 25 августа.

634050, г. Томск, пр. Ленина 43 «А», 2, учебный корпус, ауд.117, кафедра технологии силикатов и наноматериалов.
Заведующий кафедрой, профессор, д-р техн. наук Владимир Иванович Верещагин.

Тел.(3822)563169, E-mail: vver@tpu.ru, habas@yandex.ru
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, главный корпус ТПУ, ауд. 128

Центральная приемная комиссия
Тел./факс: (3822)56-35-17, E-mail: cec@tpu.ru

Г.А. КОЗЛОВ, магистр техники и технологий,
В.Д. КОТЛЯР, А.В. КОЗЛОВ, кандидаты техн. наук,
Ростовский государственный строительный университет

Особенности получения эффективного пористого заполнителя из кремнистых пород Ростовской области

Увеличение темпов строительства в последние годы вызвало дефицит качественных и доступных теплоизоляционных материалов. Расчеты логистов показывают, что к 2010 г. потребность только жилищного сектора строительства в эффективных утеплителях может составить 25–30 млн м³. При этом не учтена потребность строительства олимпийских объектов на Черноморском побережье и города-казино на границе Ростовской области и Краснодарского края. Существующие мощности предприятий страны по производству всех видов теплоизоляционных материалов оцениваются в 17–18 млн м³ в год. Фактический объем производства теплоизоляционных материалов в 2007 г. составил 12 млн м³.

Основными видами применяемых в России утеплителей являются минераловатные изделия, доля которых в общем объеме производства и потребления составляет более 65%. Около 8% приходится на материалы из стекловаты, 20% – на продукцию из пенополистирола и другие пенопласты. Доля ячеистых бетонов в общем объеме производимых теплоизоляционных материалов не превышает 3%, вспученного перлита, вермикулита и изделий на их основе – 2–3% по вспученному продукту.

Применение минераловатных и стекловатных изделий в условиях влажной атмосферной среды приводит к ухудшению их теплоизоляционных свойств под воздействием влаги. Применение этих материалов в вентиля-

руемых фасадах, где материал подвергается проветриванию, вызывает проблему обеспыливания.

Изделия из пенополистирола и другие пенопласты обладают многими положительными свойствами, но несмотря на это, они остаются горючими и токсичными при горении, а также обладают малой долговечностью при эксплуатации. По данным немецких исследователей, потеря теплотехнических свойств изделий из пенополистирола происходит через 10–15 лет, а потеря конструктивной прочности в зависимости от способа эксплуатации составляет 5–10 лет.

Пожалуй, только изделия из ячеистых бетонов являются наиболее безопасными и долговечными. Однако им присущи такие недостатки, как усадка и высокая гидрофильность поверхности.

Применение керамзита, перлита, вермикулита и других пористых заполнителей в производстве эффективных строительных материалов ограничивается их высокой стоимостью и малой распространенностью сырья, пригодного для производства.

Полученное еще в начале прошлого века выдающимся российским ученым И.И. Китайгородским пеностекло не нашло широкого применения в строительстве. Именно для пеностекла характерно уникальное сочетание эксплуатационных свойств – малые плотность и теплопроводность, достаточная прочность, высокая долговечность, огнестойкость. Пеностекло обладает отличными монтажно-конструкционными свойствами: легко обрабатывается и прочно клеится, хорошо штукатурится, сочетается с традиционно применяемыми в строительстве цементом, известью, гипсом и т. д.

Недостатки пеностекла связаны со сложной технологией производства штучных изделий. Традиционная технология получения изделий из ячеистых стекол предусматривает использование щелочного гранулированного стекла, характеризующегося плохой вспучиваемостью. При производстве штучных изделий образуется большой процент брака, вследствие растрескивания вспененных массивов при охлаждении существует необходимость калибровки изделий, при которой образуется большое количество отходов.

С целью устранения этих недостатков производства пеностекла с сохранением всех его достоинств было предложено получение зернистых материалов с гладкой поверхностью и ячеистым строением. Получаемый методом грануляции пористый заполнитель обладает невысокой насыпной плотностью 150–300 кг/м³ и соответствует для производства легких бетонов.

Снижение себестоимости пористого заполнителя, улучшение его качества и совершенствование технологии его производства предлагается достичь за счет использования широко распространенных на Юге России кремнистых пород. Для этого вместо традиционно применяемого жидкого стекла для изготовления пористого

Таблица 1

Фракция, мм	Насыпная плотность, кг/м ³	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	Водопоглощение, мас. %	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
менее 1	405–520	4,2–4,8	5,8–6,6	0,17–0,25
1–2	320–395	2,8–3,7	8,1–10,6	0,12–0,17
2–3	235–314	1,2–2,4	11,1–12,2	0,09–0,12
3–4	188–232	0,6–1	12,7–14,3	0,07–0,09
4–5	146–186	0,27–0,36	14,7–15,3	0,06–0,07

Таблица 2

Влажность суспензии, %	Внешний вид сырьевых гранул	Коэффициент вспучивания	Прочность гранул, МПа	Насыпная плотность, кг/м ³
45	Каплевидные, твердые, неслипающиеся	2,1	3,2	362
55	Сферические, мягкие, с прочной оболочкой, неслипающиеся	3,3	2,2	254
65	Неправильной формы (приплюснутые), мягкие, слипающиеся	4,6	0,45	148

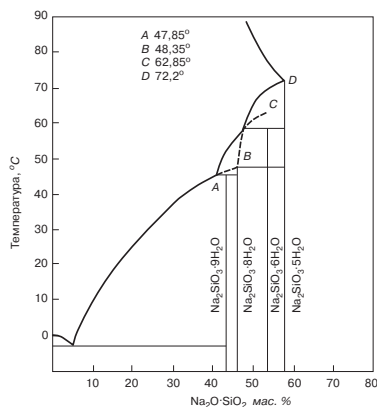


Рис. 1. Растворимость в системе $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-H}_2\text{O}$ при различной температуре [1]



Рис. 2. Гранулы размером 3, 4 и 5 мм на фоне смеси мелких фракций

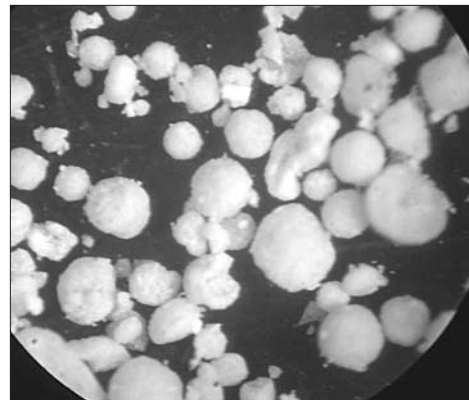


Рис. 3. Гранулы размером от 0,01 до 1 мм

заполнителя предлагается использовать силикат-натриевую композицию, полученную на основе кремнистых опал-кристобалитовых пород.

В качестве кремнеземистого опал-кристобалитового компонента использовали кремнистые породы Ростовской области. Например, химический состав трепела Журавского месторождения характеризуется содержанием реакционноспособного аморфного кремнезема до 76%, что свидетельствует о его пригодности для этих целей.

Как известно, вспучивание материалов на основе силикат-натриевых композиций обусловлено удалением гидратной воды, входящей в состав гидросиликатов натрия. Система $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ отличается большим разнообразием существующих кристаллических, аморфных и стеклообразных форм. В их основе лежит ортокремневая кислота $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Все известные ортосиликаты натрия образуют множество кристаллогидратов, в состав которых может входить до 8 молекул воды.

Содержание воды в кристаллических гидросиликатах натрия обусловлено температурой образования кристаллической фазы и концентрацией щелочи в суспензии, в которой происходит их образование. Как видно из рис. 1, в условиях гидротермальной обработки при температуре не ниже 60°C вода входит в структуру силикатов. Образование кристаллогидрата с максимальным содержанием воды $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, происходит при 45°C.

Для проведения экспериментов в шаровой мельнице готовили композиции совместным помолом кремнистых пород, содержащих не менее 65% активного SiO_2 , с различной концентрацией щелочного компонента и модифицирующих добавок. Полученную суспензию с удельной поверхностью твердой фазы 2500–3000 $\text{см}^2/\text{г}$ гранулировали аэрационным способом в среде хлористого кальция. Было изучено влияние состава силикат-натриевой композиции и режимов работы аэрационной камеры на размер и количество получаемых гранул полуфабриката. Примененный аэрационный способ грануляции позволил получить полуфабрикат шарообразной формы с размером частиц от 1 мкм до 3 мм. Полученные гранулы просушивали при температуре 75–80°C в течение 5–10 мин и одновременно опудривали порошком кремнистой породы с добавкой. Предварительный подогрев гранул обеспечивает увеличение концентрации твердой фазы и создание условий для их вспучивания за счет увеличения объема содержащейся в них гидратной воды. Разогрев гранул до температуры 75–80°C способствует растворению твердой фазы и созданию избыточного давления внутри гранул. Подготовленные таким образом гранулы обжигали в печи при 550–600°C.

Создаваемый при обжиге термоудар приводит к дегидратации кристаллогидратов и переходу в пиропластическое состояние, что приводит к вспучиванию гранул с образованием полых зерен. Обжиг гранул осуществ-

ляли в течение 2–5 мин с последующим плавным остыванием до комнатной температуры.

Физико-механические свойства полученных гранул, определенные по ГОСТ 9758–86(2003), представлены в табл. 1.

Полученный наполнитель имеет полую сферическую форму с прочной пористой оболочкой, стенки которой имеют микропористое строение (рис. 2, 3).

Было установлено, что важным фактором, влияющим на качество получаемых гранул, является количество воды, содержащейся в исходной силикат-натриевой суспензии. Водосодержание суспензии предопределяет размер и количество получаемых гранул полуфабриката. Именно высокое водосодержание суспензии препятствует созданию на поверхности гранул кремнегелиевой оболочки в момент их обработки раствором хлористого кальция.

Изучение влияния водосодержания суспензии на свойства пористого наполнителя показало, что наиболее оптимальными свойствами вспучивания обладал гранулят с влажностью исходной суспензии 50–60%. Гранулы, получаемые из суспензий с влажностью менее 50%, имеют неправильную форму зерен и плохо вспучиваются. Гранулы, получаемые из суспензий с влажностью более 60%, плохо коагулируют, слипаются, имеют большой коэффициент вспучивания, но характеризуются малой прочностью.

Результаты испытаний гранул фракции 2–3 мм после вспучивания при температуре 550°C представлены в табл. 2.

Полученный материал обладает свойствами, достаточными для применения его в качестве пористого наполнителя в легких бетонах и использования в качестве теплоизоляционной засыпки. Кроме того, материал обладает высокой термостойкостью и стойкостью к воздействию агрессивных сред, что еще больше расширяет область его использования.

Литература

1. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла: Жидкое стекло. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд., 1991. 175 с.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА
на журнал «Строительные материалы»®

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

М.Э. БУТОВСКИЙ, канд. хим. наук, Н.А. ФОК, инженер,
Рубцовский индустриальный институт АлтГТУ (Алтайский край)

Использование отходов Рубцовской ТЭЦ для производства строительных материалов

Ценность техногенного сырья при изготовлении различных строительных материалов может быть значительной. В связи с развитием строительной отрасли во многих регионах возникает необходимость в открытии новых предприятий по выпуску строительных материалов, зачастую из местного сырья. Сырье для производства строительных материалов может быть природным и техногенным. Одно из первых мест по объемам техногенного сырья занимают отходы ТЭЦ, выход которых в России ежегодно составляет около 50 млн т. С накоплением отходов нарушается экологическое равновесие. Для хранения отходов отводятся земельные участки, которые можно было бы применить для нового строительства или сельского хозяйства. Основными отходами ТЭЦ являются зола-унос и шлак.

Вещественный состав золы-уноса влияет на фазовые превращения компонентов и формирование структуры строительных материалов — это и является критерием пригодности золы как основного сырья для производства строительных материалов и изделий. Кроме того, высокая дисперсность золы позволяет использовать ее без предварительного помола.

Существует большой опыт использования золошлаковых отходов ТЭЦ в производстве строительных материалов — различных бетонов, искусственных пористых заполнителей для легких бетонов, строительных растворов, кирпича, строительной керамики.

Для оценки возможности применения отходов исследовали золошлаковую смесь Рубцовской ТЭЦ. Установлено, что массовое соотношение золы и шлака в золошлаковой смеси около 1:5; общее содержание оксидов кальция составляет 0,1–2,8; оксидов кремния 35–57,5; оксидов алюминия 14–22,4; оксидов железа 2,8–9,2; оксидов магния 1–5,6 мас.% и др. Низкое содержание оксида кальция отвечает требованиям по сульфатостойкости, а низкое содержание оксида магния и кальция определяет целесообразность использования смеси в качестве активных заполнителей в ячеистых бетонах, активных минеральных добавок к цементам, в производстве кирпича методом полусухого прессования. Для этого важно подобрать рациональные составы масс для получения материалов с заданными

свойствами при оптимальных технико-экономических показателях.

В качестве эксперимента была приготовлена сырьевая смесь, состоящая из глины (70%) и золошлака (30%). Смесь подсушивали, а затем производили совместный помол с одновременным перемешиванием в шаровой мельнице. Прессование производили методом одноступенчатого одностороннего сжатия при удельном давлении 20 МПа. Перед прессованием добавляли 10% воды. Сушку образцов производили на воздухе в течение 7 сут. Обжиг производили при 1000°C по режиму: выдержка в течение 2,5 ч, охлаждение в печи в течение 12 ч.

Образцы испытывали на морозостойкость и водопоглощение по ГОСТ 7025–91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости». После 15 циклов испытаний на морозостойкость видимых изменений не обнаружено, водопоглощение составило 23,9–24,5%, что соответствует требованиям ГОСТ 530–2007 «Кирпич и камни керамические. Технические условия».

Полученная плотность кирпича 1350–1400 кг/м³ позволяет отнести полученные образцы по теплотехническим свойствам к группе эффективных.

Испытание на сжатие при нагрузке 30 т на плоскость одного образца выявило поперечные трещины, но полного разрушения не наблюдалось.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности использования золошлаковых отходов Рубцовской ТЭЦ для изготовления кирпича методом полусухого прессования, а также в производстве бетона.

Перспективно применение золы-уноса на предприятиях автоклавных строительных материалов. При этом золу можно использовать в естественном состоянии или после несложной обработки — сушки, помола и при необходимости дробления.

При изготовлении силикатного кирпича использовали песок кварцевый (92–94%) и известь воздушную (6–8%). Перед прессованием известково-песчаную смесь увлажняли до 7%.

При изготовлении известково-золяного кирпича использовали золу (75–80%), известь воздушную (20–25%) и воду.

При изготовлении золяного кирпича в качестве сырья использовали бесклинкерное золяное вяжущее, полученное на основе золы, а в качестве заполнителя можно использовать речной песок или отвальную золошлаковую смесь.

После дозирования и смешивания компонентов они попадают в шаровую сепараторную мельницу для совместного помола. Для помола лучше применить планетарную мельницу-активатор (АГО–2, АГО–3 или АПФ–3). Мельницы-активаторы значительно производительнее шаровых мельниц, в связи с этим время помола сокращается до нескольких минут.

При производстве силикатного кирпича образцы автоклавировали, при производстве золяного кирпича пропаривали.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА
на журнал «Строительные материалы»®



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

Характеристики	Единица измерения	Зольный кирпич	Силикатный кирпич
Размеры: длина ширина высота	мм	250	250
	мм	120	120
	мм	65	65
Масса	г	2750–2790	до 3500
Водопоглощение (по массе)	%	16–20	более 6
Средняя плотность	кг/м ³	1450–1670	1400–1650
Теплопроводность	Вт/(м·°С)	0,5	0,58
Прочность при сжатии	МПа	7,8–14,4	более 7,5
При изгибе	МПа	1,2–1,6	1,1–1,6
Марка по прочности	МПа	100	75–300
Марка по морозостойкости	Количество циклов	15	15; 25; 35; 50

Пропаривание осуществляли в туннельных камерах по режиму термообработки при максимальной температуре $95 \pm 5^\circ\text{C}$. Особенностью зольного кирпича является возрастание прочности после тепловлажностной обработки. Так, после 7 сут хранения на воздухе прочность возрастает на 15–20% за счет карбонизации гидроксида кальция углекислотой воздуха. Сравнение свойств силикатного и зольного кирпича приведено в таблице.

Свойства зольного кирпича соответствуют требованиям ГОСТ 379–95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия». Зольный кирпич, как и традицион-

ный силикатный, относится к группе неводостойких. Прочность зольного кирпича колеблется в пределах 7,8–14,4 МПа, что соответствует прочности силикатного кирпича. Наиболее стабильная прочность сохраняется при повышенной дозировке песка – зола:песок=1:1.

Использование золошлака позволяет расширить сырьевую базу и снизить себестоимость производства строительных материалов.

Химический состав золошлака очень сходен с составом портландцементного клинкера, его довольно часто используют в качестве добавок при производстве шлакопортландцемента, известково-шлакового, сульфатно-шлакового вяжущего и др. В тонкоизмельченном состоянии в присутствии различных активаторов шлаки подобно портландцементу образуют долговечный искусственный камень. Для измельчения шлака применимы разного рода дробилки и мельницы, например планетарная мельница-активатор серии АГО или АПФ, которая может дать довольно хорошее измельчение компонентов с механохимической активацией. Также хорошо зарекомендовала себя мельница шаровая Активатор С-1000.

Хорошие результаты были получены при изготовлении мелкозернистого бетона на основе золошлаковой смеси. Эта смесь без предварительной подготовки не отвечает требованиям, предъявляемым к исходным компонентам для производства бетона, поэтому необходима ее предварительная механохимическая активация в присутствии пластификатора. После такой обработки при изготовлении бетона возможно снижение расхода цемента примерно на 30% без существенного влияния на качество готовой продукции.

Использование зол и шлаков Рубцовской ТЭЦ дает возможность производить эффективные строительные материалы с улучшенными техническими свойствами, позволяет расширить сырьевую базу и снизить себестоимость производства строительных материалов.

2009

ВВЦ (ВДНХ) павильон 69

8 - 11 декабря

9-я международная выставка

СтеклоЭкспо

в рамках 9-ой Российской отраслевой выставки состоится
5-я выставка-ярмарка с международным участием
«СТЕКЛО И СТЕКЛОВОЛОКНО В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ОКНА. ДВЕРИ.
СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ВИТРАЖИ. ФУРНИТУРА»

Организаторы:



Министерство
регионального
развития РФ



Национальный
Объединенный
Совет
предприятий
стекольной
промышленности
«СТЕКЛОСОЮЗ»



Всероссийский
Выставочный
Центр
Павильон 69



Торгово-
промышленная
Палата
России

тел./факс: 8 499 767-42-73, (495) 963-67-36, 962-73-23(24)
e-mail: steklosouzv@yandex.ru, spromsteklo@yandex.ru
www.steklosouz.ru

КОЛЛЕГИ



К 80-летию В.В. Инчика

Всеволод Владимирович Инчик – доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Родился 14 июня 1929 г. в Ленинграде. В 1954 г. окончил Ленинградский институт киноинженеров по специальности инженер-химик-технолог.

С 1964 г. трудовая деятельность Всеволода Владимировича неразрывно связана с СПбГАСУ. Профессор кафедры химии В.В. Инчик на высоком научном и методическом уровне читает лекции по общей, неорганической и физической химии, руководит научно-исследовательской работой студентов.

Основные научные направления деятельности профессора Инчика – изучение физико-химических процессов эрозии и коррозии кирпичных стен, разработка технологий по улучшению архитектурно-художественного состояния, прочности, долговечности, комфортности и экологии зданий различного назначения.

Профессор В.В. Инчик – автор 87 научных публикаций, 4 патентов, более 18 учебно-методических пособий. С 2001 г. действительный член Петровской академии наук и искусств, представлен в Российской архитектурно-строительной энциклопедии, награжден нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации».

Редакция и редакционный совет сердечно поздравляют Всеволода Владимировича Инчика с 80-летием и желают крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Новый кирпичный завод в Татарстане

Концерн Wienerberger официально открыл свой первый кирпичный завод в Татарстане. Производство находится на станции Куркачи Высокогорского района. В его строительство совместно с Европейским банком реконструкции и развития вложено более 1,5 млрд р. Проектная мощность 270 тыс. т продукции в год, максимальная производительность 150 млн шт. усл. кирпича в год. Территория предприятия составляет 15,2 тыс. м².

На предприятии будут производить небольшие керамические поризованные камни POROTHERM 2, ИФ, а также керамические поризованные блоки с пазогребневым соединением POROTHERM 25 для внешних несущих стен и POROTHERM 12 для внут-

ренних перегородок. Планируется выпуск крупных блоков POROTHERM 38 и POROTHERM 51.

При обжиге кирпича используется природный газ; сушильная камера и печь спроектированы так, чтобы обеспечить максимальную энергоэффективность и минимизировать вредные выбросы в атмосферу. Завод в Куркачах – это завод нового поколения, соответствующий самым современным стандартам энергосбережения, защиты окружающей среды и охраны труда не только Республики Татарстан, но и России. Технологические линии были спроектированы инжиниринговой службой Wienerberger в Вене. Здание завода было спроектировано в ОАО «Татгазпромпромпроект».

По материалам
ООО «Винербергер Кирпич»

На Урале открылся первый завод по производству кубовидного щебня

Открылся первый завод, оборудованный компанией Sandvik Mining and Construction (Швеция), по производству гранитного кубовидного щебня в Уральском регионе – Тайгинский щебеночный завод (ООО «Джей Ви Пи-Урал»). Предприятие находится на территории поселка Тайгинка Кыштымского района Челябинской области.

Работы по добыче осуществляются на Тайгинском графитовом карьере с применением буровзрывных работ и экскавации горной массы. Производительность дробильно-сортировочного завода 250 т/ч. Переработка сырья на щебень происходит на дробильно-сортировочном комплексе компании Sandvik, включающем в себя щековую дробилку CJ411, конусную дробилку SN440 и дробилку ударного действия с вертикальным ротором CV128. Бурение скважин ведется буровым станком Sandvik DX 800.

Технология трехстадийного дробления с использованием щековой, конусной и роторной дробилок позволяет производить кубовидный щебень фракций 40–70 мм, 20–40 мм, 5–20 мм, а также получать промышленный песок 0–5 мм. Гибкая технологическая схема позволяет адаптировать производство под потребности рынка и наладить выпуск узких фракций и щебня для железнодорожного балласта.

В первую очередь открытие завода нацелено на снижение затрат по ведению горно-подготовительных работ на Тайгинском графитовом карьере. Для достижения наибольшей эффективности работы планируется использовать вскрышные породы при производстве щебня. Открытие завода должно положительно отразиться на экономическом развитии региона, в том числе на состоянии жилищного и дорожного строительства.

По материалам
ООО «Джей Ви Пи-Урал»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Новый завод в Калужской области

В конце мая в поселке Товарково (Калужская область) открыт завод по производству извести российско-германского СП ООО «Фельс Известь». В технологической линии смонтировано оборудование германских и чешских компаний. Установлены две шахтных пересыпных печи производительностью 150 т/сут каждая. С начала пуска наладочных работ уже реализовано более 10 тыс. т продукции. Производительность нового предприятия составляет 110 тыс. т строительной комовой, порошкообразной и гидратной извести в год. Сырье поступает с дробильно-сортировочного завода, на который доставляется известняк с Жилетовского месторождения строительных известняков Дзержинского района.

По материалам
Союза производителей извести

Зольный кирпич теперь производится в Омской области

В мае 2009 г. в составе ЗАО «Основа Холдинг» запущен новый завод по производству силикальцитного кирпича из золошлаковых отходов. Проектная мощность предприятия составляет 79 млн шт. усл. кирпича в год. Зольный кирпич легче обычного, отличается прочностью, высокой морозоустойчивостью, огнестойкостью, а также относительно низкой стоимостью по отношению к аналогам из других материалов. Партнерами по реализации проекта выступили немецкая компания W+K Maschinenfabrik GmbH (основной поставщик обо-

рудования) и Омское отделение Сбербанка России (софинансирование проекта). Поддержку проекту оказало Правительство Омской области. На предприятии создано 113 рабочих мест.

В перспективе на заводе планируют организовать производство кирпича различных цветов. Ежегодно предприятие будет перерабатывать до 180 тыс. т золы. Таким образом, Омская область сделала очередной шаг к решению проблемы использования золошлаковых отходов омских ТЭЦ, к улучшению в целом экологической ситуации в регионе.

По материалам
ЗАО «Основа Холдинг»

Рынок керамической плитки в России

Объем производства керамической плитки в России в 2008 г. составил 148,1 млн м². Согласно расчетам специалистов Discovery рынок керамического гранита в России до кризиса 2008 г. рос быстрыми темпами: отраслевые аналитики называли цифры 20–30% в год. Однако в 2008 г., по нашим оценкам, темпы роста сократились до 7%. Если еще несколько лет назад производством керамогранитной плитки в России занимались всего три завода, то в 2008 г. эту продукцию производило более 10 предприятий.

Из-за появления новых отечественных производителей и роста импорта рынок характеризуется высоким уровнем конкуренции. Несмотря на трудности с финансированием, крупные производители продолжают инвестировать средства в развитие своих производственных мощностей, что в долгосрочной перспективе позволит значительно увеличить занимаемые доли рынка.

В нашей стране реализуется большое количество инвестиционных проектов по строительству новых производственных мощностей керамической плитки, инициированных как отечественными участниками рынка, так и зарубежными компаниями, которые в настоящий момент лишь планируют выйти на российский рынок. За последние несколько лет были введены в строй значительные мощности по производству керамической плитки и керамического гранита с использованием совре-

менного, как правило, импортного оборудования. Так, в 2006–2007 гг. в Ступинском районе (Московская обл.) введены новые заводы итальянских групп Marazzi и Atlas Concorde (Kerama Marazzi и Italon). В ближайшие два-три года ожидается открытие заводов в Уфе – подразделение австрийской компании Lasselsberger, Армавире (ЗАО «Армавирский керамический завод» – подразделение турецкой компании Vitra).

Несмотря на значительный интерес западных игроков к России, стоит отметить некоторое снижение активности зарубежных, в частности турецких, компаний, что вполне объяснимо мировым финансовым кризисом. Однако крупные российские игроки, несмотря на сложившуюся экономическую конъюнктуру, продолжают инвестировать в расширение своего производства, что может свидетельствовать о том, что данная отрасль не входит в число наиболее пострадавших от мирового экономического кризиса и его последствий.

Таким образом, можно выделить следующие тренды, которые будут характерны для рынка в ближайшие 2–3 года: консолидация активов и обострение конкуренции на российском рынке, изменение структуры рынка по ценовым сегментам, уменьшение доли импортной продукции.

По материалам
«РБК. Исследования рынков»

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 иллюстрации;
- 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

ВЗГЛЯД В ГЛУБИНУ ВЕКОВ

После почти 90-летнего перерыва свои двери для посетителей распахнул уникальный памятник истории и архитектуры XVI века – колокольня Ивана Великого в Московском Кремле.

В Московском Кремле завершена реставрация колокольни Ивана Великого и открыта экспозиция «Архитектурная история Московского Кремля», созданная при поддержке группы КНАУФ

18 мая 2009 г. открылся для посещения композиционный центр Московского Кремля – колокольня Ивана Великого. Посетители могут не только любоваться искусством средневековых зодчих (отреставрированы фасады комплекса, включая новую позолоту главы, креста и пояса с памятной надписью на барабане), но и заглянуть внутрь, подняться по крутой винтовой лестнице на обзорную площадку, с которой открывается замечательный вид на Соборную площадь.

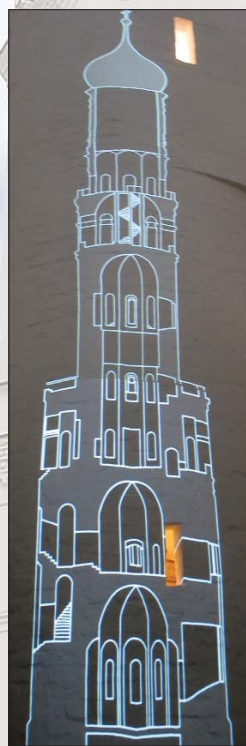


Находясь внутри колокольни, посетители могут этап за этапом проследить, как менялась начиная с XII века территория города-крепости на берегу Москвы-реки. Это стало возможным благодаря синтезу современных мультимедийных технологий и уникальных подлинных экспонатов из коллекции белокаменных фрагментов декора кремлевских построек XIV–XIX вв. утраченных и ныне существующих зданий, хранящейся в музее. Компьютерная модель «Трехмерная историческая реконструк-



ция Московского Кремля» создана благодаря финансовой поддержке фирмы КНАУФ специалистами Технического университета города Дармштадта (Германия). Тщательное изучение всех имеющихся в распоряжении материалов и свидетельств разных эпох предшествовало созданию компьютерной модели. Перед исследователями стояла сложнейшая задача – представить сооружения, которых не существует уже десятки и сотни лет.

Такое соединение современных технологий и старины позволило показать зрителю в трехмерном изображении утраченные со временем здания и постройки, почувствовать динамику происходивших изменений, что в сочетании с живописью и графикой различных эпох создает удивительный эффект вовлеченности в происходящее. Красочные панорамы проецируются непосредственно на белые стены внутри колокольни.



Историческая справка

«Церковь под колоколами» Иоанна Лествичника была построена Боном Фрязиным на месте обветшавшей постройки Ивана Калиты в начале XVI в. Она сразу же стала вертикальной доминантой Соборной площади Кремля, ее смысловым и ориентационным центром. На рубеже XVI и XVII вв. при Борисе Годунове церковь Иоанна Лествичника была надстроена круглым варабаном с декоративными кокошниками и золоченой главой и превратилась в стройный столп Ивана Великого – главную вертикаль Кремля и всей Москвы, достигшую высоты 81 м.

В 1532 – 43 гг. к колокольне с северной стороны была пристроена звонница для больших колоколов с церковью Воскресения Христова, а в 1552 г. ансамбль был дополнен белокаменной лестницей. В 1624 г. Баженом Фигурцовым к Успенской звоннице с севера была пристроена Филаретовская звонница, или Филаретовская пристройка.

В 1812 г. отступавшая из Москвы Наполеоновская армия пыталась взорвать колокольню. Взрывом были полностью разрушены Успенская звонница и Филаретовская пристройка. Колокольня устояла, хотя в ее сводах и стенах появились трещины. Позже звонница и пристройка были восстановлены на прежних фундаментах под руководством архитектора И. Жиларди по проекту И.В. Еготова и Л.Руска. Новое крыльцо звонницы со стороны Соборной площади построено в 1852 г. по проекту архитектора К.А. Тона.

ВСЕЛУГ

ЗАВОДЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУХИХ СМЕСЕЙ

- фасовочные машины
- интенсивные смесители
- весовые дозаторы
- виброклассификаторы
- рукавные фильтры
- системы управления на базе PC и PLC

