

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №7

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

ИЮЛЬ 2012 г. (691)

GypsumTechnik

Оборудование для гипсовой промышленности

Гипсовые технологии, которые влияют на Ваше предприятие
- не на окружающую среду



Мы знаем как это сделать

Складские системы
Мельницы кальцинации
Flash-кальцинаторы
Гипсоварочные котлы
Системы охлаждения
Пневматическая транспортировка
Хранение и смешивание
Перевалка в портах
Упаковка и отгрузка

Claudius Peters Projects GmbH

Schanzenstrasse 40 |
D-21614 Buxtehude | Germany

Представительство в РФ и СНГ

117105 Москва |
Варшавское шоссе | 37А
Тел. / Факс: +7(495) 781 62 16
walter.telle@claudiuspeters.ru


CLAUDIUS PETERS
www.claudiuspeters.com

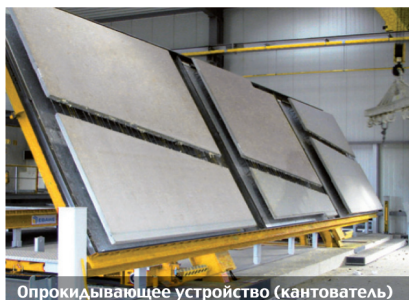
НОВЫЙ УРОВЕНЬ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ



Бетонораздатчик



Кассетные формы



Опрокидывающее устройство (кантователь)

BakuBuild

17.10.-20.10.2012
Баку (Азербайджан)
www.bakubuild.az

Посетите
наш
стенд!

EXPOmix

27.11.-29.11.2012
Москва (Россия)
www.dry-mix.ru

Посетите
наш
стенд!

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИНДУСТРИИ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

EBAWE является Вашим партнером при планировании, разработке и поставке как комплектного завода и оборудования линии циркуляции палет, включая систему управления CAS/CAM, так и отдельных элементов линий, таких как робота для установки опалубки, бетонораздатчика, оборудования для уплотнения и многое другое.

 **EBAWE**
WE FORM YOUR CONCRETE

Издается при содействии
Комплекса архитектуры,
строительства, развития
и реконструкции Москвы,
при информационном
участии РНТО строителей

Входит в Перечень ВАК
и государственный проект РИНЦ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №7

Основан в 1955 г.

(691) июль 2012 г.

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.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОНЧАРОВ Ю.А.
ГОРИН В.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОЗИНА В.Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.
КРИВЕНКО П.В.
ЛЕСОВИК В.С.
ОРЕШКИН Д.В.
ПИЧУГИН А.П.
ФЕДОСОВ С.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ХЕЛМИ Ш.
ХИХЛУХА Л.В.
ЧЕРНЫШОВ Е.М.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.
ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И.

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, стр. 3

Тел./факс: (499) 976-22-08
(499) 976-20-36

E-mail: mail@rifsm.ru
<http://www.rifsm.ru>

Гипсовые материалы – наука и практика

В.В. БАБКОВ, В.М. ЛАТЫПОВ, Л.Н. ЛОМАКИНА, Р.И. ШИГАПОВ,
**Модифицированные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости
и гипсокерамзитово-бетонные стеновые блоки для малоэтажного
жилищного строительства на их основе** 4

Показаны способы модификации строительного гипса для повышения его водостойкости и прочности изделий на его основе. Обоснована эффективность применения керамзитовой пыли в качестве пуццолановой добавки в водостойкие гипсовые вяжущие для придания им свойств, соответствующих требованиям по теплопроводности, морозостойкости и водостойкости.

В.В. СТРОКОВА, А.В. ЧЕРЕВАТОВА, И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, Е.В. ВОЙТОВИЧ
**Особенности фазообразования в композиционном
наноструктурированном гипсовом вяжущем** 9

Установлено, что присутствие в гипсовой системе наноструктурированного вяжущего в виде активного минерального компонента (АМК) приводит к формированию буферных наноразмерных образований: гидратированных сульфосиликатов кальция. Воздействие АМК в системе происходит как на уровне матрицы вяжущего, так и на контактной зоне, что в свою очередь способствует повышению качества (эффективности) гипсовых материалов.

Р.З. РАХИМОВ, М.И. ХАЛИУЛЛИН, А.Р. ГАЙФУЛЛИН
**Композиционные гипсовые вяжущие с использованием
керамзитовой пыли и доменных шлаков** 13

Приведены результаты исследований влияния добавок керамзитовой пыли и доменных шлаков различных составов и тонкости помола в комплексе с известью и суперпластификаторами на свойства строительного гипса. Получены зависимости, описывающие влияние компонентов комплексной добавки на основные физико-технические свойства искусственного гипсового камня. Разработаны водостойкие бесклнкерные композиционные гипсовые вяжущие с содержанием от 20 до 50% техногенного сырья.

Ю.В. ТОКАРЕВ, Г.И. ЯКОВЛЕВ, А.Ф. БУРЬЯНОВ
**Ангидритовые композиции, модифицированные
ультрадисперсной добавкой на основе MgO** 17

Установлено, что при введении ультрадисперсного каустического магнетита в ангидритовую матрицу достигается интенсификация процесса кристаллизации растворенного вещества, что приводит к повышению прочностных характеристик ангидритового вяжущего на 70% при содержании добавки 2%.

Е.Н. ПОТАПОВА, И.В. ИСАЕВА
Повышение водостойкости гипсового вяжущего 24

Рассмотрено повышение водостойкости гипсовых материалов модифицированием вяжущего полимерными добавками (гиперпластификатор Melflux 5581 F, редиспергируемый полимерный порошок Vinnapas 8031 H, гидрофобизатор Silres BS 1306), поверхностной пропиткой образцов раствором Silres BS 1306 и созданием смешанного гипсоцементно-пуццоланового вяжущего (гипсовое вяжущее, портландцемент ЦЕМ I 500 ДО и трепел). По результатам исследований сделан вывод о наибольшей эффективности ГЦПВ.

С.А. НЕКРАСОВА, М.С. ГАРКАВИ, А.Ю. ПАНФЕРОВА
**Влияние искусственного старения
на формирование структуры гипсового камня** 24

Проведено численное моделирование формирования контактов при твердении гипсового вяжущего после искусственного старения в различных условиях. Показано, что искусственное старение при относительной влажности воздуха 80% способствует увеличению числа контактов при твердении и повышению прочности гипсового камня.

С.В. ЛИТВИНЕНКО
Применение замедлителя схватывания для гипсовых вяжущих Retardan 225P ... 26

Приведены данные влияния замедлителя схватывания Retardan 225P на прочность при изгибе и сжатии гипсовых материалов, полученные в лаборатории компании ЕТС. Дана оценка эффективности новой добавки по сравнению с другими замедлителями схватывания и с разными гипсами, а также показано влияние количества воды затворения на работу замедлителей схватывания.

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, В.В. БЕЛОВ, Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, Ю.Ю. ПОЛЕОНОВА, А.Ф. БУРЬЯНОВ

Использование отходов природного гипсового камня в производстве безобжиговых материалов 28

Получена математическая зависимость, которая позволяет теоретически рассчитать оптимальный зерновой состав сырьевой смеси из порошков различной тонкости измельчения, обеспечивающий плотную упаковку в объеме при максимальном количестве контактов зерен разного размера. По результатам исследований рассчитаны оптимальные зерновые составы сырьевых смесей безобжиговых композитов на основе отходов природного гипсового камня.

С.В. ФЕДОРОВ, Ю.Г. МЕЩЕРЯКОВ

Производство гранул и строительных изделий из фосфополугидрата 32

Анализируется опыт разработки энергосберегающих технологий переработки фосфополугидрата за последние 30 лет и обосновывается целесообразность замещения истощающегося природного гипсового сырья техногенным.

И.В. БЕССОНОВ

Характеристики влагопереноса пеногипса 34

Описана методика определения скорости капиллярного всасывания и влагопроводности пеногипса. Показано, что при использовании заливочного пеногипса в несъемной опалубке без проведения мероприятий по удалению излишней влаги приводит к тому, что она остается в конструкции даже через несколько лет эксплуатации, что создает предпосылки биоповреждений, появлению плесени, а в зимний период существенного снижения теплозащитных свойств. Даны рекомендации по применению заливочного пеногипса.

Х. БЕТЕГРОВЕ

Улучшение качества гипсового вяжущего на основе технологии SmartGyp Process компании Claudius Peters 37

Компания Claudius Peters разработала технологию, позволяющую улучшить некоторые параметры при производстве гипса: гомогенизацию качества; стабилизацию продукта; снижение водопотребления; снижение стоимости производства; увеличение прочности. Ключевым компонентом в этом процессе является гомогенизатор Claudius Peters, включенный в технологию SmartGyp Process. Описаны основные характеристики процесса, даны основные характеристики получаемого вяжущего.

Ю.Г. МЕЩЕРЯКОВ, С.В. ФЕДОРОВ, Ю.М. ТИХОНОВ

О межгосударственных стандартах на сухие строительные смеси на гипсовом вяжущем 42

Анализируется опыт разработки межгосударственных стандартов на смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Даются ответы на критические замечания по содержанию, терминам, определениям и методам испытаний.

ЗАО «Самарский гипсовый комбинат» лидер российского рынка высокопрочных гипсовых вяжущих 44

В.А. ДОЛГОРЕВ

Системный подход к сравнительной оценке смесей для наливных полов 46

На основе системного подхода с применением эвристического моделирования разработаны метод и комплексный критерий для сравнительной оценки и оптимизации сухих смесей наливных полов по совокупности их основных свойств. Предложенным методом выполнено ранжирование ряда существующих на строительном рынке сухих смесей.

Х.-У. ХУММЕЛЬ

Технологии внутренней изоляции помещений на основе гипсокартонных плит 48

Показана альтернатива наружной теплоизоляции для зданий, где возможна только внутренняя теплоизоляция, и памятников архитектуры. Представлена методика оценки применимости систем теплоизоляции для зданий и конструктивные решения внутренней теплоизоляции с использованием гипсовых материалов.

А.Ю. СТАРЧЕНКО, С.В. КЛИМЕНКО, В.И. БРАТЧУН, А.А. БАРМОТИН, С.В. КОЖЕМЯКА, Р.И. ИГНАТЕНКО, А.Б. КОСИК

Исследование стыков гипсокартонных плит КНАУФ при изгибе 56

Согласно рекомендациям немецких стандартов проведены экспериментальные исследования прочности, трещиностойкости и прогибов стыков гипсокартонных плит КНАУФ толщиной 9,5 и 12,5 мм с использованием различных комплектов шовного шпатлевочного материала.

КНАУФ–Акустика – новое решение в области шумопоглощения 60

А.В. ЕРЕМИН, А.П. ПУСТОВГАР

Современные подходы к рентгенофазовому анализу гипсовых вяжущих 62

Рассмотрены современные подходы количественного рентгенофазового анализа по методу Ритвельда (РФА) гипсовых вяжущих. Описаны методики качественного и количественного анализа на примере системы $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Представлены результаты по исследованию гипсового вяжущего и гипсового камня методами РФА.

«ЧЕРКЕССКСТРОМ» – 20 лет успешного развития (Юбиляры отрасли) 66

Возрождение крупнопанельного домостроения позволит решить жилищные проблемы в России (Информация) ... 69

EBAWЕ–технология завоевывает Восточную Европу (Информация) 74

Отрасль в современных экономических условиях

О.М. КИЮЦИНА

Государственная поддержка модернизации цементной промышленности: принципы и критерии выбора предприятий 76

Выделены особенности и проблемы российского рынка цемента. Сделан вывод о необходимости государственной поддержки модернизации цементной отрасли и определены ее целевые ориентиры. Обозначены принципы и критерии выбора предприятий для господдержки, предложена методика расчета комплексного показателя, используемого в качестве критерия для рейтинговой оценки предприятий цементной отрасли.

Материалы и технологии

«ЛСР-ЦЕМЕНТ» – новое слово в цементной отрасли 80

Н.И. МАКРИДИН, И.Н. МАКСИМОВА, И.А. СУРОВ

Долговременная прочность модифицированной структуры цементного камня

Часть 3. Идентификация процесса разрушения 83

Приведен анализ зависимостей изменения генерируемых ультразвуковых импульсов акустической эмиссии от интенсивности нагружения опытных образцов цементного камня в возрастном диапазоне от 28 сут до 18 лет с разной процедурой модифицирования его структуры и дана идентификация процесса разрушения по параметрам сигналов акустической эмиссии.

И.М. БАРАНОВ

Практическая методика определения рациональных составов специальных бетонов 87

Предлагается для использования в заводских и построечных лабораториях упрощенная практическая методика определения рациональных составов специальных бетонов (рядового, высокопрочного, самоуплотняющегося, ремонтного для подводного бетонирования, торкретирования) и назначения рабочих составов этих бетонов.

В.В. БЕЛОВ, Ю.Ю. КУРЯТНИКОВ, И.В. ОБРАЗЦОВ

Сухие готовые смеси для получения газозолобетона с оптимизированной структурой связующей матрицы 94

Рассмотрена возможность эффективного использования золы гидроудаления ТЭЦ-4 (Тверь) в качестве минерального наполнителя в сухую готовую смесь для изготовления газобетона неавтоклавного твердения, в том числе в построечных условиях. Приводится расчет смеси тонкодисперсных компонентов в составе вяжущей части газозолобетона из условия получения наиболее плотной структуры связующей матрицы.

А.В. КОРОЧКИН

Исследование асфальтобетонного покрытия жесткой дорожной одежды на Алтуфьевском шоссе 98

Показаны методика и алгоритм проведения инженерно-геологических изысканий, приводятся физико-механические свойства и параметры, полученные в лабораторных условиях на сертифицированном оборудовании. Выполнено сопоставление результатов с данными, указанными в нормативных документах. Сформулированы выводы о перспективах развития технологии проектирования и конструирования дорожных одежд.

В.Е. МАНЕВИЧ, Е.А. НИКИФОРОВ, А.В. МЕШКОВ, Н.А. СЕНИК, Р.К. СУББОТИН

Подготовка пенообразующей смеси для получения пеностекла на основе диатомита 100

Рассмотрены особенности подготовки пенообразующих смесей на основе стекла из диатомита на шаровой и планетарной мельницах; установлена зависимость объемного веса готового пеностекла от величины удельной поверхности и вида применяемого помольного оборудования. Приведен состав шихты для варки стекла и получения пеностекла.

В.В. ВАСЮКОВ, С.В. КАРМАНОВА

Утилизация автомобильного стекла с получением пеностекла 103

Рассмотрена деструкция автомобильного стекла при нагревании с учетом того, что стекло представляет собой многослойную конструкцию с полимерными защитными материалами, выполненных из пластификатора частично ацетилизированных поливиниловых спиртов (ПВБ). Показано, что при пиролизе защитных материалов образуется углеродный остаток, который может служить источником газа для производства пеностекла. Приведена зависимость плотности пеностекла от содержания автомобильного стекла в общей дисперсной массе.

А.Ю. ВАРФОЛОМЕЕВ

Учет динамики биологической деструкции древесины при расчете эксплуатируемых конструкций 107

Дана оценка точности определения динамики биологической деструкции древесины с использованием результатов нескольких обследований фундаментных стоек здания в течение их длительной эксплуатации. Поэтапное сравнение результатов расчета с данными натурных обследований свидетельствует о корректности выведенных уравнений. При увеличении количества замеров, используемых для вывода уравнений, точность определения динамики биологической деструкции повышается. Поэтому после каждого очередного обследования следует производить корректирование расчета с учетом новых данных о техническом состоянии эксплуатируемых конструкций.

А.Д. ЛОМАКИН

Пропитка древесины способом нанесения на поверхность 110

Рассмотрена защитная обработка древесины антисептиками и антипиренами способами нанесения на поверхность. Обосновывается целесообразность использования способа нанесения «мокрым по мокрому», позволяющий повысить качество защиты деревянных конструкций от биоразрушения и возгорания.

Информация

CERAMITEC продемонстрировала поступательное развитие отрасли 114

Шестая жизнь гончарного заведения в Павловском Посаде Московской области 118

Универсальность садки благодаря новому «модулярному» программированию 119

Успешное участие фирмы LINGL в выставке CERAMITEC 120

5pEXPO-2012 новые возможности для развития отечественной выставочной индустрии 121

Новости 122

В.В. БАБКОВ, В.М. ЛАТЫПОВ, доктора техн. наук, Л.Н. ЛОМАКИНА, канд. техн. наук, В.С. АСЯНОВА, инженер, Уфимский государственный нефтяной технический университет; Р.И. ШИГАПОВ, инженер, ООО «Уфимская гипсовая компания»

Модифицированные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости и гипсокерамзитобетонные стеновые блоки для малоэтажного жилищного строительства на их основе

В последние годы особое внимание уделяется такому направлению строительной отрасли, как малоэтажное строительство. Это быстроразвивающееся направление требует разработки и внедрения новых строительных технологий, а также строительных материалов, которые могли бы отвечать высоким требованиям по долговечности, энергоэффективности и экологичности и при этом обладать невысокой стоимостью. Одним из наиболее перспективных строительных материалов, который мог бы удовлетворить всем вышеперечисленным требованиям, является гипс. Это объясняется тем, что изделия на его основе отвечают всем современным требованиям по огнестойкости, звукопоглощению, экологической безопасности и энергосбережению на всех этапах жизненного цикла, начиная от добычи сырья и заканчивая утилизацией, а также наличием хорошей сырьевой базы. Запасы гипса в Российской Федерации практически неисчерпаемы, только в Республике Башкортостан на три разведанных месторождениях они составляют свыше 400 млн т.

В Республике Башкортостан наработан достаточно большой опыт организации производства и использования гипсовых вяжущих начиная с периода Великой Отечественной войны. В г. Стерлитамаке в 1942 г. было пушено производство так называемого демпферного (α -полуводного) гипса. Производство было организовано Ф.Т. Садовским и А.С. Шкляром. В качестве сырья использовался гипсовый камень месторождения Подлесное с содержанием гипса свыше 90%.

За период 1942–1950 гг. изделия и конструкции из демпферного гипса и материалов на его основе были ис-

пользованы при возведении в г. Стерлитамаке более 115 малоэтажных жилых домов, около 30 из которых эксплуатируются до настоящего времени. Остальные дома были снесены в 60–70-х гг. как попавшие в санитарную зону. Сохранившиеся здания весьма разнообразны по планировке и архитектуре. Структура этих домов включает широкий ассортимент гипсовых конструкций и изделий: гипсожелезобетонные плиты перекрытий, балки и перемычки, колонны, гипсошлаковые стеновые блоки, гипсобетонные и гипсожелезобетонные архитектурно-строительные детали (подоконные доски, карнизные блоки, розетки, плафоны и др.). Шлакогипсовые и гипсобетонные блоки были офактурены так, что здания не требовали наружной отделки. Лишь в 1960–1965 гг. жилые дома были оштукатурены.

Наряду со шлакогипсоблочными домами строились полносборные двухэтажные дома, основу конструкции которых составлял каркас с колоннами из гипсобетонных блоков. Между колоннами в два ряда монтировались гипсовые плиты, а пазухи засыпались шлаком. Для увеличения жесткости отверстия в блоках по мере возведения колонн заливались гипсобетоном. Перекрытие двухскатное бесчердачное выполнялось из сборных гипсожелезобетонных балок пролетом 3,3 м, опиравшихся на сборные прогоны сечением 200×400 мм. Простота и легкость отдельных элементов и конструкций позволяли собирать стены и перекрытия такого дома за 24 ч.

Проведенные институтом НИИПромстрой (ныне БашНИИстрой) в 1980-х гг. натурные обследования этих домов показали, что несмотря на многолетнее воздействие атмосферной влаги (среднегодовая относи-



Рис. 1. Производство гипсокерамзитобетонных стеновых блоков на заводе ООО «Уфимская гипсовая компания»



Рис. 2. Структура гипсокерамзитобетона в стеновом блоке

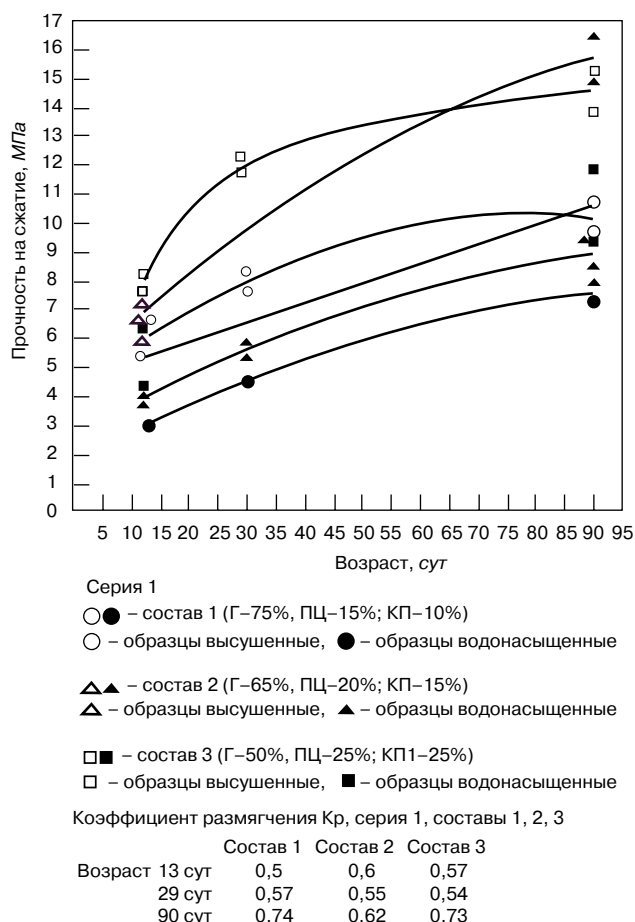


Рис. 3. Пример зависимостей прочности образцов-балочек ГЦПВ 4×4×16 см на сжатие от длительности хранения в нормально-влажностных условиях (серия 1, составы 1, 2, 3).

тельная влажность воздуха в районе строительства 75%), осадков и переменных температур, ограждающие и большинство несущих конструкций находились в хорошем состоянии и не потеряли своих эксплуатационных качеств. Испытания образцов гипсобетона на разных заполнителях, выпиленных из деталей и конструкций, показали прочность на сжатие в пределах 6–13 МПа.

Описанный выше опыт показал, что при изоляции от грунтовых вод и несложной защите наружных поверхностей от увлажнения здания из конструкций на гипсовом вяжущем (α-полуводный гипс) могут быть долговечными и надежными в эксплуатации свыше 50 лет [1].

Аналогичное строительство малоэтажных жилых домов в послевоенные годы (до 1956 г.) велось в г. Уфа (кварталы одно-двухэтажных домов по улице Вишерской, эксплуатирующихся по настоящее время при хорошем состоянии наружных стен из гипсовых бетонных блоков под штукатуркой).

В 2000 г. ООО «Уфимская гипсовая компания» освоила технологию производства строительного гипса марок Г5–Г6 с использованием вращающихся обжиговых печей. Затем в 2006–2007 гг. была запущена линия по производству пазогребневых перегородочных плит, а в 2009–2010 гг. компания приступила к освоению собственного карьера Кальтовка, с содержанием в гипсовом камне 92–93% гипса. В 2010 г. в ООО «Уфимская гипсовая компания» была реализована технология по производству стеновых гипсо-керамзитовых блоков на основе строительного гипса и керамзитового гравия М400 по средней плотности (рис. 1). Коэффициент теплопроводности этих изделий составил около 0,18–0,2 Вт/(м·°C), плотность 700–800 кг/м³, марочная прочность М25. Стеновые блоки прошли сертифи-

кацию в лаборатории «БашНИИстрой» и соответствуют требованиям ТУ 5741-002-52983495–2010. На их основе в поселке Ново-Иглино было возведено несколько десятков малоэтажных жилых домов с различными архитектурными решениями – одно- и двухэтажные дома общей площадью от 91 до 210 м². Фундамент зданий представлен буронабивными сваями. Кладка гипсо-керамзитовых стеновых блоков выполнена на гипсовом клее толщиной 2–3 мм с последующим нанесением на фасад гидрофобизирующей системы.

Результаты натурных обследований этих домов, проведенных в 2010–2011 гг., не выявили в конструкциях домов негативных физико-механических изменений (рис. 2). С 2011 по 2012 гг. эти дома были заселены жильцами, по отзывам которых дома оказались теплыми, комфортными, обладающими хорошим микроклиматом. Но, как и любому новому продукту, гипсо-керамзитовым блокам понадобилась доработка.

Как известно, обычный строительный гипс обладает рядом недостатков, которые значительно ограничивают область его применения. К их числу относятся низкие показатели по водостойкости и морозостойкости, не позволяющие обеспечить необходимую долговечность наружных конструкций. Однако строительный гипс может быть модифицирован с целью повышения водостойкости и прочности изделий на его основе по двум вариантам смешанных вяжущих: гипсоцементно-пуццолановому (ГЦПВ) и гипсоизвестково-шлаковому (ГИШВ).

В первом варианте водостойкость и прочность повышаются за счет формирования при твердении продуктов гидратации портландцемента (ПЦ) и связывания значительной части гидроксида кальция – продукта гидратации силикатных фаз ПЦ в низкоосновные гидросиликаты кальция C-S-H(I). Фаза C-S-H вносит вклад в повышение прочности и обеспечение достаточной водостойкости изделий на основе ГЦПВ, решая задачу получения полноценных изделий для наружных стен.

Такое вяжущее сохраняет также важное свойство чисто гипсовых вяжущих – быстрый набор первоначальной прочности, достаточной для раннего распалубливания (съемки) изделий через 1–2 часа естественного твердения. Вяжущее будет упрочняться во времени и улучшать водостойкость изделий до уровня по коэффициенту размягчения 0,55–0,7.

Важнейшей составляющей ГЦПВ является пуццолановая добавка. Как известно, сочетание гипсовых вяжущих с портландцементом обуславливает разупрочнение или разрушение твердеющей структуры со временем вследствие образования трехсульфатной формы гидросульфата алюмината кальция (эттрингита) при взаимодействии высокоосновных гидроалюминатов кальция и сульфатов кальция. Эта реакция опасна на стадии твердения, когда уже сформировалась жесткость и прочность структуры, так как образование эттрингита происходит со значительным увеличением объема твердой фазы в 2–3 раза [2–5].

Введение пуццолановой добавки приводит к снижению концентрации гидросиликата кальция в водной среде до такого уровня, при котором нарушаются условия стабильного существования высокоосновных гидроалюминатов кальция (C₄AH₁₃, C₃AH₆) и создаются предпосылки к переходу их в более устойчивые низкоосновные гидроалюминаты (C/A=1...2). Химизм процессов гидратации и структурообразования при твердении ГЦПВ может быть описан по следующей схеме: CaSO₄·0,5H₂O + ПЦ (C₃S, β-C₂S, C₃A...) + SiO_{2акт.} + H₂O = ..., при этом отдельные этапы гидратации полиминерального вяжущего выглядят и реализуются в следующей последовательности:

1. CaSO₄·0,5H₂O + 1,5H₂O → CaSO₄·2H₂O.
2. C₃S, β-C₂S, C₃A + CŠ + ... + H₂O → C-S-H(I) + CH + C₃A·3CaSO₄·31H₂O

3. $\text{CH} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{акт.}} \text{C-S-H(I)}$ (низкоосновные гидросиликаты кальция).
4. В силу (3) не стимулируется образование высокоосновных гидроалюминатов кальция C_4AH_{19} , C_4AH_{13} , C_3AH_6 , а реализуется образование низкоосновных гидроалюминатов CAH_{10} , C_2AH_8 .
5. Создаются термодинамические условия перекристаллизации образовавшегося на стадии (2) эттрингита в моносulfат $\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$, что обуславливает снижение объема твердой фазы в 1,55 раза (по гидросulfоалюминатной фазе), снижает внутренние напряжения и исключает разупрочнение во времени.
6. Происходит быстрый набор прочности при твердении в естественных условиях за счет процесса (1) и длительное упрочнение и формирование водостойкости и прочности структуры за счет реализации процессов (2), (3), (4), (5).

Исследованиями А.В. Волженского, Р.В. Иванниковой, В.И. Стамбулко, А.В. Ферронской, Ф.Ф. Алкниса [2, 5] показано, что названные выше благоприятные условия обеспечивают составы ГЦПВ в диапазоне соотношений основных компонентов полуводный гипс (Г) : цемент (Ц) : пуццолановая добавка (П) (мас. %):

1. Г : Ц : П — 0,75 : 0,15 : 0,1.
2. Г : Ц : П — 0,65 : 0,2 : 0,15.
3. Г : Ц : П — 0,5 : 0,25 : 0,25.

В 2011 г. на базе лаборатории кафедры «Строительные конструкции» Уфимского государственного нефтяного технического университета были разработаны составы гипсоцементно-пуццолановых вяжущих на основе материалов, производимых на заводе ООО «Уфимская гипсовая компания», в условиях которого в качестве пуццолановой добавки была использована керамзитовая пыль и молотый керамзитовый песок, являющиеся отходами производства керамзитового гравия на данном предприятии.

В ходе работ было испытано сырье, подобраны оптимальные составы, исследована серия соотношений компонентов Г : Ц : КП при водовязущем отношении около 0,6.

В результате длительных физико-механических испытаний составов ГЦПВ на основе строительного гипса марки Г5, бездобавочного портландцемента и нескольких вариантов керамзитовой пыли, включающих пыль с 1-х циклонов КП1 (не полностью обожженную), 2-х циклонов КП2 и со склада готовой продукции КП3 (полностью обожженную), а также керамзитовую пыль, подвергнут механической активации КП5, был выбран наиболее оптимальный состав с соотношением компонентов, обеспечиваю-

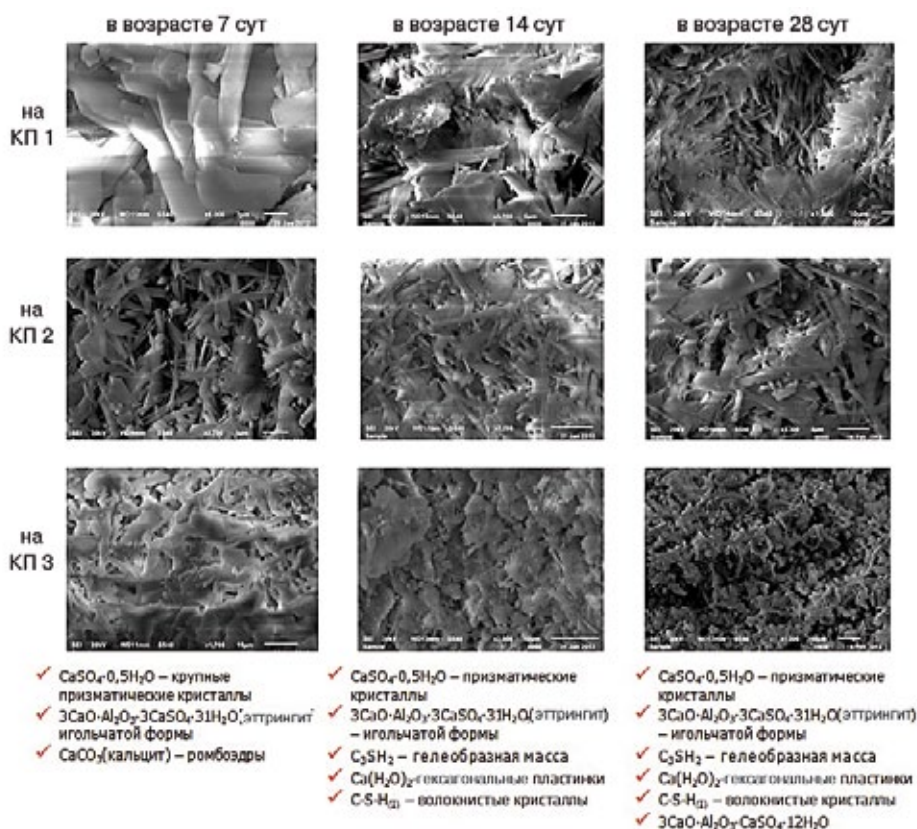


Рис. 4. Результаты исследования микроструктуры ГЦПВ

щим максимальное использование гипсового вяжущего (75% в составе смешанного) с достижением марочной прочности на сжатие М100 (Г10) для равновесной влажности 2—3 % в двухнедельном возрасте, достаточно высокую водостойкость (0,6 и выше по коэффициенту размягчения), а так же исключающий вероятность разупрочнения бетона на его основе в цикле длительной эксплуатации жилого дома (рис. 3).

В обоснование вышеприведенных выводов были проведены исследования микроструктуры ГЦПВ и его исходных компонентов с использованием растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6610LV с энергодисперсионным спектрометром «Oxford Inca Energy», а также с использованием рентгеновского дифрактометра D2 PHASER, которые подтвердили данные физико-механических испытаний, эффективность применения керамзитовой пыли в качестве пуццолановой добавки, а также позволили уточнить стадийность структурообразования ГЦПВ, изложенную выше (рис. 4). Микроанализ структуры и элементный химический анализ показали, что основными кристаллическими новообразованиями являются двухводный гипс, карбонат кальция (кальцит), эттрингит и низкоосновные гидросиликаты кальция состава CSH(I). Содержание в образцах указанных новообразований колеблется в

зависимости от состава исходного вяжущего и длительности твердения. Количество гидросиликатов и гидроалюминатов кальция, в частности, возрастает с увеличением содержания кремнеземистой добавки в вяжущем. Рентгенофазовый анализ показал, что в образце ГЦПВ с добавлением КП5 содержится наибольшее количество аморфного кремнезема, чем с КП1 и КП2. Механоактивированная керамзитовая пыль (КП5) проявила себя существенно более активным компонентом, чем керамзитовая пыль, включающая 5—6 % сырой глины тонкого помола (КП1), и керамзитовая пыль, полностью обожженная в печи при $t=1000^\circ\text{C}$ (КП2).

Далее испытаниям подверглись готовые стеновые изделия, изготовленные в производственных условиях на формовочной машине ООО «Уфимская гипсовая компания», — гипсокерамзитовые блоки на основе ГЦПВ рекомендованного состава, а также в сравнительных целях образцы на немодифицированном вяжущем — строительном гипсе марки Г5. Результаты испытаний по теплопроводности, морозостойкости и водостойкости, представленные на рис. 5—6, показывают, что блоки на основе ГЦПВ соответствуют марке по морозостойкости не ниже F25, что соответствует требованиям для изделий на водостойких гипсовых вяжущих, используемых в наружных стенах жилых

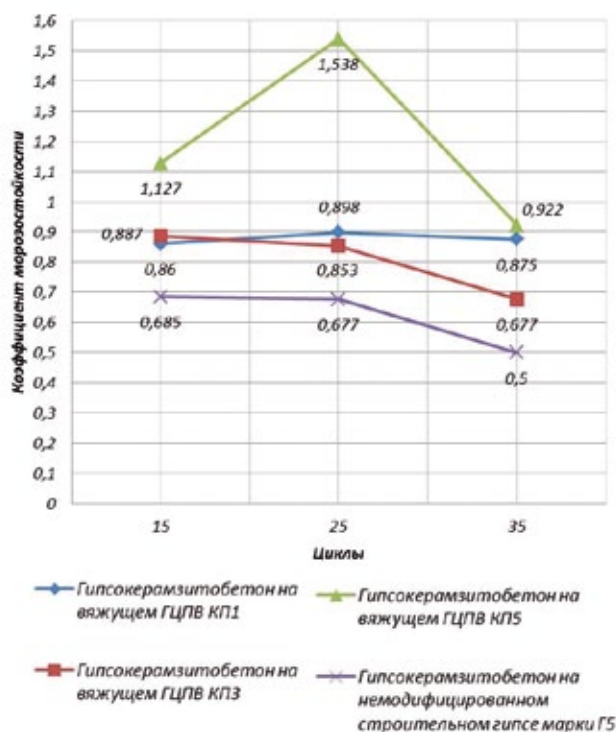


Рис. 5. Результаты испытаний гипсокерамзитобетона на модифицированном вяжущем по морозостойкости

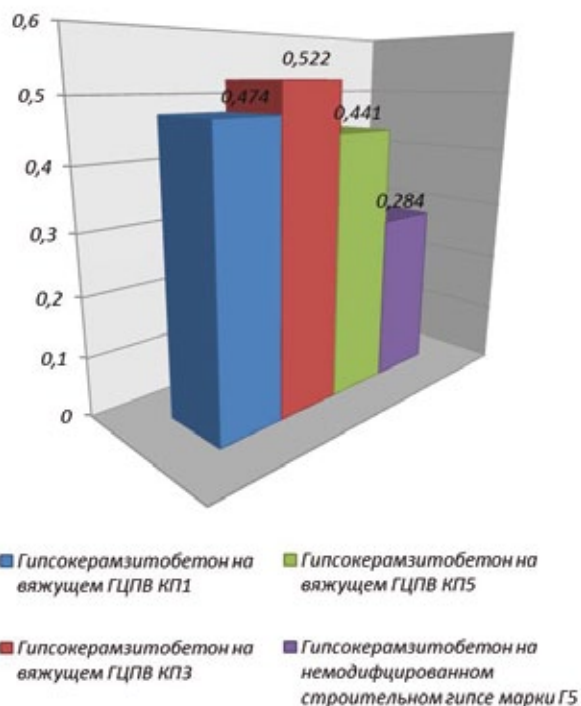


Рис. 6. Результаты испытаний гипсокерамзитобетона на модифицированном вяжущем по водостойкости



Рис. 7. Возведение жилого дома



Рис. 8. Общий вид поселка Ново-Иглино (Республика Башкортостан)

домов. Марка по морозостойкости гипсокерамзитобетонного блока на основе немофицированного строительного гипса оказалась ниже F15, что коррелируется с низкой водостойкостью данных вяжущих и изделий на их основе. Значения коэффициента теплопроводности составили 0,237–0,244 Вт/(м·°С), что коррелируется со средней плотностью материала.

Таким образом, гипсокерамзитобетонные блоки на основе ГЦПВ по совокупности характеристик (марочная прочность на сжатие, водостойкость, показатели теплопроводности и морозостойкости) являются изделиями, пригодными для применения в наружных стенах малоэтажных жилых домов при толщине стены 400–600 мм. Такая наружная стена может эксплуатироваться без дополнительной защиты фасада.

Исследованные составы ГЦПВ и гипсокерамзитобетонных блоков на их основе в настоящее время используются в строительстве жилых домов в поселке Ново-Иглино в Республике Башкортостан (рис. 7, 8).

Список литературы

1. Бабков В.В., Недосеко И.В., Мирсаев Р.Н. Опыт производства и применения гипсовых вяжущих в Республике Башкортостан. Труды II Всероссийской конференции «Гипс и его применение». Уфа, 2003 г. С. 196–200.
2. Волженский А.В., Коган Г.С., Арбузов Н.Г. Гипсобетонные панели для перегородок и внутренней облицовки наружных стен. М.: Госиздат по строительным материалам, 1955. 185 с.
3. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986. 464 с.
4. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1980. 472 с.
5. Алкснис Ф.Ф. Твердение и деструкция гипсоцементных композиционных материалов. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988. 103 с.

МЫ СТРОИМ БУДУЩЕЕ

Национальный лидер в строительной индустрии | №1 по качеству цемента



С ДНЕМ СТРОИТЕЛЯ!

8-800-700-63-63
www.eurocement.ru

ЕВРОЦЕМЕНТ груп

международный промышленный холдинг по производству строительных материалов

39,2 млн тонн/год

16 цементных заводов
в России, Украине
и Узбекистане

1,8 млрд м³ запасов
нерудных материалов

26 карьеров по добыче
нерудных материалов

ЕВРОБЕТОН

– 10 млн м³ бетона в год
– заводы ЖБИ

ЕВРОЦЕМЕНТ трейд

20 филиалов по России

ЕВРОЦЕМЕНТ ресурс

специализированная компания
по закупкам и поставкам МТР

Транспортная компания

собственные авто- и ж/д перевозки

ОТДЕЛ ПО ПРОДАЖЕ НАВАЛЬНОГО ЦЕМЕНТА:

Тел.: +7 (495) 767-57-32
+7 (495) 353-20-22

ОТДЕЛ ПО ПРОДАЖЕ ТАРИРОВАННОГО ЦЕМЕНТА:

Тел.: +7 (495) 354-81-64
+7 (495) 795-25-80
доб. 10-29, 10-31

ОТДЕЛ ТРАНЗИТНЫХ ПРОДАЖ:

Тел.: +7 (495) 737-55-00
+7 (495) 792-25-80
доб. 24-13, 20-71, 21-27

ОТДЕЛ БИРЖЕВОЙ ТОРГОВЛИ:

Тел.: +7 (495) 737-55-00
+7 (495) 792-25-80
+7 (495) 730-62-22
доб. 20-72

ОПАСАЙТЕСЬ ПОДДЕЛОК

В.В. СТРОКОВА, А.В. ЧЕРЕВАТОВА, доктора техн. наук,
И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, канд. геол.-мин. наук, Е.В. ВОЙТОВИЧ, инженер, Белгородский
государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Особенности фазообразования в композиционном наноструктурированном гипсовом вяжущем

В настоящее время особенности общественно-экономического развития нашей страны определяют направление современного строительства и диктуют потребность в высокоэффективных строительных материалах с принципиально новыми свойствами и определенной заранее заданной структурой.

Одним из путей решения этих непростых задач является широкое применение в строительстве доступных высококачественных вяжущих материалов, к которым в полной мере можно отнести композиционные вяжущие на основе гипса. Предпосылками к этому служат степень разработки сырьевой базы, возможность стопроцентной переработки природного и техногенного гипсового сырья, простота производства изделий из него, а также биопозитивность материалов на основе гипсовых вяжущих (ГВ).

Получение высокоэффективных вяжущих веществ нового поколения сегодня сопровождается использованием сложных составов и компонентов. Создание таких вяжущих возможно только на базе современных высоких технологий, основанных на научных методиках. Такие методики должны обеспечивать высокое качество продукции, ее экологическую безопасность, эффективное использование сырья, экономию энергии, возможности применения новых высокодисперсных добавок-наполнителей, улучшающих структуру материала и экономящих самый дорогой компонент строительных смесей – вяжущее при одновременном улучшении эксплуатационных свойств [1].

В качестве исходного сырья в данном научном исследовании использовалась одна из распространенных

марок строительных гипсовых вяжущих – Г-5. Технология производства композиционных наноструктурированных гипсовых вяжущих (КНГВ) предполагает введение в систему активного минерального компонента (АМК) в виде наноструктурированного вяжущего на основе кремнеземсодержащего сырья, производство которого является экологически чистым.

Наноструктурированное вяжущее является неорганической полидисперсной и полиминеральной системой, имеющей преимущественно алюмосиликатный состав, обладающей высокой концентрацией активной твердой фазы, содержащей нанодисперсный компонент в количестве 2–10% и характеризующейся регулируемо-реотехнологическими свойствами.

Наноструктурированные вяжущие получают преимущественно мокрым измельчением природных или техногенных материалов в условиях высокой концентрации твердой фазы, повышенной температуры и предельного разжижения. Эти условия, с одной стороны, способствуют наработке в системе определенного количества наночастиц (золь, получаемый диспергированием), а с другой, обеспечивают механическую активацию частиц основной твердой фазы. Твердение данных систем и их упрочнение основано преимущественно на контактно-поликонденсационном механизме [2].

Ранее экспериментально установлено, что при введении в гипсовую систему наноструктурированного вяжущего в качестве АМК наблюдалось существенное улучшение структурно-физических, физико-механических и технико-эксплуатационных характеристик исходной вяжущей системы [3].

Объяснение такого эффекта возможно при условии рассмотрения комплексного (многоуровневого) воздействия АМК на гипсовую вяжущую систему. В частности,



Рис. 1. Механизм формирования композиционного наноструктурированного гипсового вяжущего с применением активного минерального компонента

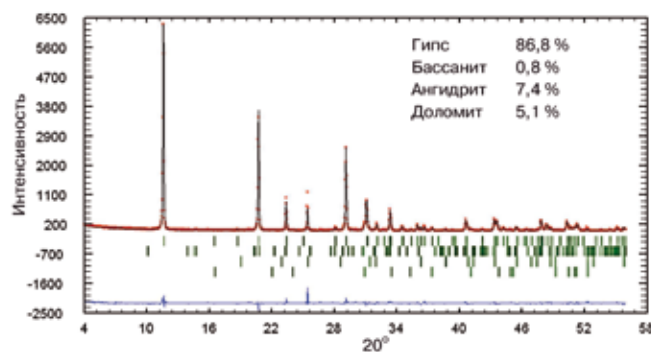


Рис. 2. Ритвельдовская диаграмма ГВ. Сверху: точками обозначена экспериментальная дифракционная кривая, сплошной линией – расчетная. Внизу: разностная кривая экспериментального и расчетного дифракционного спектра. Штрихи – бреговские маркеры отражений для всех фаз

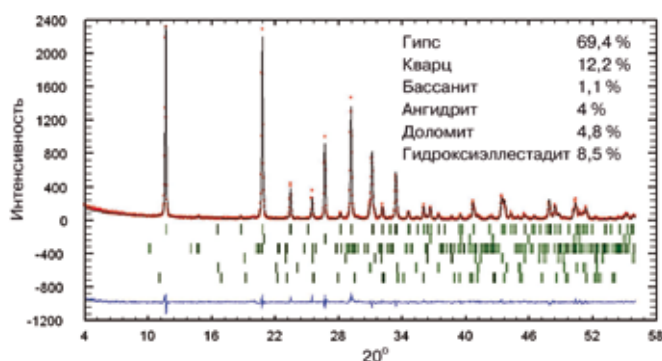


Рис. 3. Ритвельдовская диаграмма КНГВ. Сверху: точками обозначена экспериментальная дифракционная кривая, сплошной линией — расчетная. Внизу: разностная кривая экспериментального и расчетного дифракционного спектра. Штрихи — брегговские маркеры отражений для всех фаз

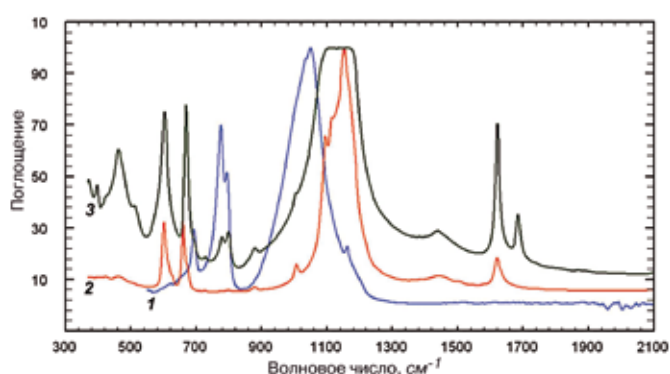


Рис. 4. Фрагмент нормированных ИК-спектров: АМК (1); ГВ (2); КНГВ (3)

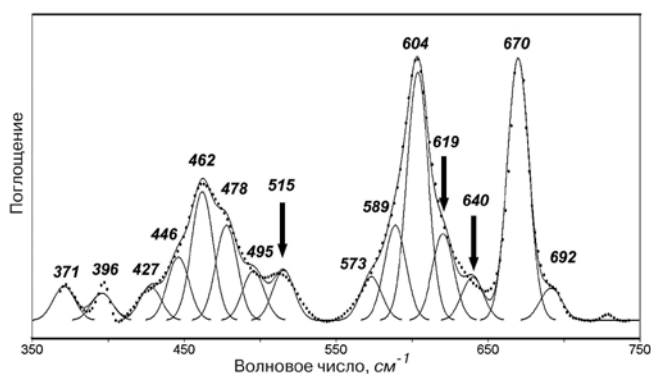


Рис. 5. Деконволюция профиля ИК-спектра КНГВ в длинноволновой области: стрелками показаны элементарные профили поглощения с волновыми числами, соответствующими гидроксиэлластиду по [2]. Коэффициент корреляции деконволюции $r^2=0,991$

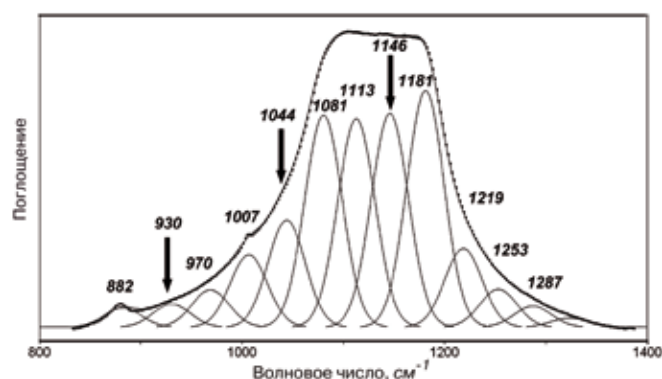


Рис. 6. Деконволюция профиля ИК-спектра КНГВ в средневолновой области: стрелками показаны элементарные профили поглощения с волновыми числами, соответствующими гидроксиэлластиду по [2]. Коэффициент корреляции деконволюции $r^2=0,9999$

из-за полифракционного состава АМК при его введении в гипсовую систему можно рассмотреть воздействие АМК как на микро-, так и на наноуровне (рис. 1).

Частицы максимального размера в АМК (1–100 мкм) работают в композиционном гипсовом вяжущем как микронаполнитель, который способствует созданию максимально плотной бездефектной структуры матричной фазы вяжущего.

Частицы нанодисперсного уровня (0,02–0,1 мкм) участвуют в формировании буферных наноразмерных образований сульфосиликатов кальция. Воздействие АМК в системе происходит как на уровне матрицы вяжущего, так и на контактной зоне, что в свою очередь приводит к повышению качества (эффективности) гипсовых материалов.

Для объяснения природы взаимодействия компонентов в КНГВ было выдвинуто предположение о возникновении в этой системе третьего компонента, являющегося структурным буфером между гипсом и кварцем. В системе $\text{CaO-SO}_4\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ эту функцию могли бы выполнять гидратированные сульфосиликаты кальция. В частности — гидроксиэлластид (*hydroxylellastadite*) $\text{Ca}_5(\text{SiO}_4)_3(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_2$ [4]. В кристаллической структуре этого соединения кремний и сера находятся в одинаковых кристаллографических позициях с коэффициентом заселенности 0,5.

С целью проверки этого предположения был проведен полнопрофильный количественный рентгенофазовый анализ (РФА) полученных композиций. Выбор данного вида исследования обусловлен поликомпонентным минеральным составом изучаемого материала,

а также существенным наложением рентгеновских отражений от индивидуальных фаз.

В качестве структурных моделей минеральных компонентов для полнопрофильного количественного РФА использовались: гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2057-ICSD)*, бассанит $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ (79528-ICSD), α -кварц SiO_2 (27745-ICSD), ангидрит CaSO_4 (28546-ICSD), доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (52149-ICSD) и гидроксиэлластид [5]. Расчеты проводились с использованием программы DDM v1.9 в варианте ритвельдовского алгоритма [6].

Результаты расчетов исходного ГВ и КНГВ с концентрацией 15% АМК представлены на рис. 2–3 (% мас.).

Следует обратить внимание на почти двукратное снижение концентрации нерастворимого ромбического ангидрита в КНГВ, что подтверждает результаты предыдущей работы авторов [3].

Для подтверждения присутствия структурных фрагментов, характерных для гидроксиэлластита в КНГВ, применялся метод ИК-спектроскопии. Сравнительная диаграмма ИК-спектров АМК, ГВ и КНГВ приведена на рис. 4.

Ввиду того что экспериментальные профили ИК-спектров представляют собой результат суперпозиции элементарных профилей полос поглощения колебательных мод различных молекулярных группировок, входящих в состав структур минеральных компонентов исследуемого материала, для корректной работы со сложноорганизованными ИК-спектрами применялась процедура их деконволюции, основанная на производной спектральной кривой четвертого порядка.

* ICSD — Inorganic Crystal Structure Database

Поскольку детальный анализ ИК-спектра КНГВ с привязкой элементарных профилей к конкретным колебательным модам молекулярных группировок выходил за рамки настоящей работы, основной задачей являлось выделение из спектральной кривой характерных полос поглощения гидроксиэлластадита. Основанием для этого являлись данные работы [5].

На рис. 5–6 представлены результаты деконволюции спектральных профилей в длинно- и средневолновой областях ИК-спектра КНГВ.

Основные полосы поглощения в ИК-спектре гидроксиэлластадита, согласно [5], 514, 618, 644, 928, 1049 и 1144 см^{-1} присутствуют на кривых деконволюции ИК-спектра КНГВ.

Таким образом, полученные на основе рентгенодифракционного и ИК-спектроскопического изучения КНГВ результаты, с определенной степенью уверенности дают основание считать, что в процессе его образования формируется сульфосиликатная фаза — гидроксиэлластадит.

Следует отметить, что образование этой фазы с твердостью по Моосу 4,5–5, потенциально способно внести свой вклад в формирование прочностных свойств КНГВ.

Вопросы, связанные со структурообразующей ролью этого новообразования и структурно-ориентационными факторами взаимодействия с основными минеральными компонентами КНГВ, являются предметом дальнейших исследований по этой проблематике. В связи с этим, целесообразно рассматривать результаты настоящего исследования с определенной долей паллиативности.

Работа выполнена в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова и гранта РФФИ «Разработка новых подходов к созданию наномикроструктурированных строительных композитов

на основе природных и техногенных полифункциональных прото- и сингенетических наносистем».

Ключевые слова: композиционное гипсовое вяжущее, наноструктурированное вяжущее, структурный буфер, активный минеральный компонент, гидратированные сульфосиликаты кальция.

Список литературы

1. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение): Справочник / Под ред. А.В. Ферронской. М.: Изд-во АСВ. 2004. 488 с.
2. Череватова А.В., Жерновский И.В., Строкова В.В. Минеральные наноструктурированные вяжущие. Природа, технология и перспективы применения / LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Dudweiler Landstr. 99, 661123 Saarbücken, Germany, 2011. 170 с.
3. Войтович Е.В., Жерновский И.В., Череватова А.В. Новые виды гипсовых вяжущих с применением наномодификаторов // Сухие строительные смеси. № 3. 2011. С.18–19.
4. Rouse C.R. A contribution to the crystal chemistry of ellastadite and the silicate sulfate apatites. / American Mineralogist. 1982. Vol.67. P. 90–96.
5. Onac B.P., Effenberg H., Ettinger K., Panzaru S.P. Hydroxyllellastadite from Cioclovina Cave (Romania): Microanalytical, structural, and vibrational spectroscopy data // American Mineralogist. 2006. Vol.91. P. 1927–1931.
6. Solovyov L.A. Full-profile refinement by derivative difference minimization // Journal of Applied Crystallography. 2004. 37. P.743–749.



МетаКаолин

**АКТИВНАЯ
ПУЦЦОЛАНОВАЯ
ДОБАВКА**

ПЛАСТ РИФЕЙ

к а о л и н

журавлиный лог

**РОССИЯ
ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ
г. Пласт
ул. Магнитогорский тракт, д. 1**

**Тел./ факс: (35160) 2-26-56;
2-29-45**

**www.kaolinzhl.ru
plast-rifey@chel.surnet.ru**

**GEBR. PFEIFFER**

Наша традиция - прогресс

РАЗНООБРАЗИЕ ДЛЯ ГИПСОВОЙ ОТРАСЛИ

ГИПС

ВЕРТИКАЛЬНАЯ
ВАЛКОВАЯ
МЕЛЬНИЦА



СЕПАРАТОР



ШАРОВАЯ
МЕЛЬНИЦА



СУШИЛЬНЫЙ
АГРЕГАТ



ГИПСОВЫЙ
КОТЕЛ



Вертикальная валковая мельница
PfeifferMPS для размол/сушки/
кальцинирования гипса



Р.З. РАХИМОВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН, М.И. ХАЛИУЛЛИН, канд. техн. наук, А.Р. ГАЙФУЛЛИН, инженер (gaifi@list.ru), Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Композиционные гипсовые вяжущие с использованием керамзитовой пыли и доменных шлаков

Расширение объемов использования отходов различных отраслей промышленности в производстве строительных материалов является одним из актуальных направлений решения проблем устойчивого развития мировой экономики в части ресурс-, энергосбережения и экологии [1]. Введение техногенных минеральных добавок в состав минеральных вяжущих и материалов на их основе позволяет обеспечивать управление их структурой и свойствами с повышением экономической, экологической и технической эффективности [2, 3].

Керамзитовая пыль является одним из многотоннажных отходов предприятий по производству керамзитового гравия [4]. В известных работах по исследованию эффективности применения керамзитовой пыли в качестве минеральной добавки в цементных и гипсовых композиционных материалах [4–6] проводились исследования эффективности керамзитовой пыли только отдельных предприятий. В некоторых работах не указывается вещественный состав керамзитовой пыли. Таким образом, отсутствуют систематические исследования влияния вещественного состава, дисперсности, содержания добавок керамзитовой пыли на свойства композиционных гипсовых вяжущих (КГВ) и материалов на их основе.

В большей степени исследовано влияние на свойства гипсовых материалов добавок молотых гранулированных доменных шлаков [7]. Однако, влияние комплексной добавки, включающей молотые гранулированные доменные шлаки и керамзитовую пыль на свойства гипсоизвестковых композиций не исследовалось.

В настоящей работе приведены результаты исследований влияния количества и дисперсности добавок керамзитовой пыли различного вещественного состава на свойства теста и искусственного камня на основе строительного гипса, в том числе добавки керамзитовой пыли в комплексе с добавкой извести; добавки керамзитовой пыли в комплексе с добавками извести и суперпластификатора; бинарной добавки, включающей керамзитовую пыль и гранулированные доменные шлаки различной основности, в комплексе с добавками извести и суперпластификатора.

Для проведения испытаний использовали:

- строительный гипс Г-6БП ООО «Аракчинский гипс»;
- строительную известь второго сорта ООО «Казанский завод силикатных стеновых материалов»;
- керамзитовую пыль цехов керамзитового гравия Нижнекамского ООО «Камэнергостройпром» с циклонов пылеочистки (КП-1) и с фильтров пылеочистки (КП-2); Казанского завода керамзитового гравия ООО «Строительное управление-4» ОАО «Татстрой» с циклонов пылеочистки (КП-3); ООО «Уфимская гипсовая компания» с циклонов пылеочистки (КП-4);
- доменные гранулированные шлаки следующих металлургических комбинатов: Челябинского с модулем основности 0,9 (ГДШ - 1); Орско-Халиловского с модулем основности 1 (ГДШ - 2), и Череповецкого с модулем основности 1,2 (ГДШ - 3);
- суперпластификаторы: С-3, Полипласт СП-1ВП, Полипласт СП-3, MELMENT® F15G.

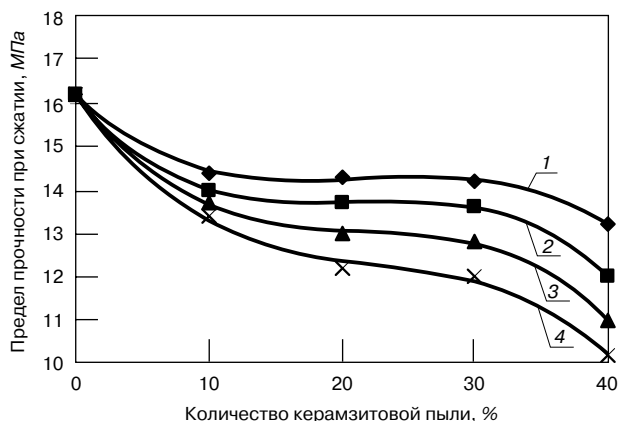


Рис. 1. Влияние вида и содержания добавок молотой керамзитовой пыли при удельной поверхности 500 м²/кг на предел прочности при сжатии искусственного камня на основе КГВ-1. Вид керамзитовой пыли: 1 – КП-1; 2 – КП-2; 3 – КП-3; 4 – КП-4

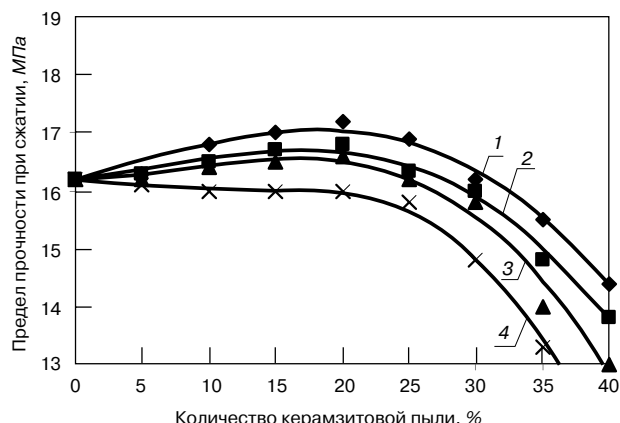


Рис. 2. Влияние вида и содержания добавок молотой керамзитовой пыли при удельной поверхности 500 м²/кг на предел прочности при сжатии искусственного камня на основе КГВ-2. Вид керамзитовой пыли: 1 – КП-1; 2 – КП-2; 3 – КП-3; 4 – КП-4

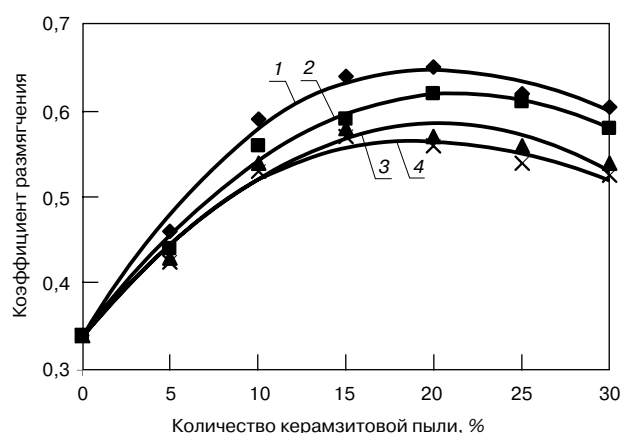


Рис. 3. Влияние вида и содержания добавки молотой керамзитовой пыли при удельной поверхности 500 м²/кг на коэффициент размягчения искусственного камня на основе КГВ-2. Вид керамзитовой пыли: 1 – КП-1; 2 – КП-2; 3 – КП-3; 4 – КП-4

Проведенные исследования показали, что все вышеперечисленные разновидности керамзитовой пыли имеют различные гранулометрический, химический, минеральный, фазовый составы и гидравлическую активность.

Содержание оксидов в пробах керамзитовой пыли изменяется в следующих пределах (мас. %): SiO₂ 58,38–62,74; Al₂O₃ 15,28–17,85; Fe₂O₃ 7,04–9,7; CaO 1,74–3,66; MgO 2,35–3,01; остальных от 3,66 до 5,81. Потери при прокаливании составляют от 3,05 до 5,5%.

Рентгенофазовый анализ показал, что в исследуемых пробах керамзитовой пыли минералогический состав изменяется в следующих пределах (мас. %): глинистые минералы (гидрослюда, монтмориллонит) 45–54; кварц 14–24; полевые шпаты 5–8; ангидрит 0–3; кальцит 0–3; рентгеноаморфная фаза 14–30.

Исследования методом набухания, выполненные по ГОСТ 8735, выявили, что содержание недегидратированной глины в пробах керамзитовой пыли КП-1, КП-2, КП-3 и КП-4 составляет, соответственно (мас. %): 9,5; 11,3; 12,5 и 14,1.

В исходном состоянии пробы керамзитовой пыли КП-1, КП-2, КП-3 и КП-4 имеют гидравлическую активность по поглощению СаО в мг/г, соответственно: 130; 121; 118 и 115.

Таким образом, на основании приведенных выше и известных [4–6] результатов исследований керамзитовую пыль следует рассматривать как гидравлически активную минеральную добавку, представляющую собой термически активированную глину, содержащую в своем составе недегидратированную глину и дегидратированные глинистые минералы с кристаллическими решетками различного уровня дефектности.

При проведении исследований пробы керамзитовой пыли предварительно размалывались до удельной поверхности 250 м²/кг, 500 м²/кг и 800 м²/кг, при которых их гидравлическая активность по поглощению СаО в мг/г составляла, соответственно: для КП-1 – 336, 462 и 477; КП-2 – 316, 424 и 447; КП-3 – 303, 379 и 385; КП-4 – 292, 377 и 383.

Исследования влияния введения отдельных проб керамзитовой пыли и в комплексе с перечисленными выше добавками на предел прочности при сжатии и коэффициент размягчения камня композиционных гипсовых вяжущих (КГВ) на основе строительного гипса, проводились на образцах, твердевших 28 сут в нормальных условиях с последующей сушкой до достижения постоянной массы.

Влияние добавок керамзитовой пыли на свойства строительного гипса (КГВ-1).

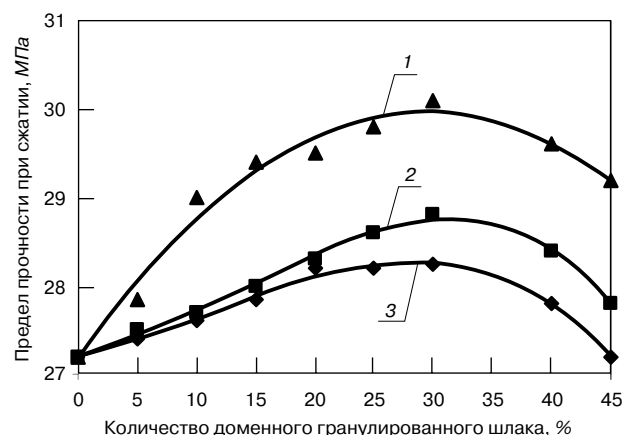


Рис. 4. Влияние вида и содержания добавок доменных гранулированных шлаков различной основности при удельной поверхности 500 м²/кг на предел прочности при сжатии искусственного камня на основе КГВ-4. Вид доменных гранулированных шлаков: 1 – ЧРМК; 2 – ОХМК; 3 – ЧМК

На рис. 1 приведены зависимости, характеризующие изменения предела прочности при сжатии искусственного камня на основе КГВ-1 от вида и содержания керамзитовой пыли с удельной поверхностью 500 м²/кг. Закономерности аналогичного характера наблюдаются и при введении в строительный гипс керамзитовой пыли различного вида дисперсностью 250 м²/кг и 800 м²/кг.

По отношению к строительному гипсу керамзитовая пыль является инертным наполнителем. Полученные закономерности характерны при описании изменения прочности минеральных вяжущих веществ с добавками инертных наполнителей [8]. Введение до 20–30% добавок керамзитовой пыли различного вида с дисперсностью в пределах 250–800 м²/кг приводит к некоторому снижению предела прочности при сжатии искусственного камня с 16,2 МПа до 14,3–11,8 МПа, а коэффициента размягчения с 0,33 до 0,31–0,23. Строительный гипс стандартных марок характеризуются показателями предела прочности при сжатии камня в высушенном состоянии от 10 до 17 МПа [3]. Приведенные результаты исследования влияния добавок керамзитовой пыли в состав строительного гипса показывают, что КГВ-1 с введением 20–30% добавки керамзитовой пыли могут применяться наравне с бездобавочным гипсом в материалах для внутренней отделки помещений с относительной влажностью до 60%.

Влияние добавок керамзитовой пыли на свойства строительного гипса с добавкой извести (КГВ-2).

На рис. 2 приведены зависимости, характеризующие изменение предела прочности при сжатии искусственного камня на основе КГВ-2 с добавкой 5% извести от содержания добавки керамзитовой пыли дисперсностью 500 м²/кг. Закономерности аналогичного характера наблюдаются и при введении в КГВ-2 добавок керамзитовой пыли различного вида дисперсностью 250 м²/кг и 800 м²/кг.

Анализ полученных закономерностей показал, что совместное введение добавок извести в количестве 5 мас. % и керамзитовой пыли различного вида с дисперсностью от 250 до 800 м²/кг в количестве 20–25 мас. % обеспечивает в одних случаях повышение прочности вяжущего с 16,2 до 17,3 МПа, в других – прочность на уровне бездобавочного вяжущего, в третьих снижение прочности до 14–15 МПа. Наибольшее повышение прочности достигается при введении добавки КП-1 дисперсностью 500 м²/кг.

Проведены исследования влияния вида и содержания керамзитовой пыли с удельной поверхностью 250,

500 и 800 м²/кг, вводимой совместно с добавкой 5% извести на изменение коэффициента размягчения КГВ-2 (рис. 3). Анализ полученных зависимостей показывает, что совместное введение добавок извести в количестве 5 мас. % и керамзитовой пыли в количестве от 5 до 20 мас. %, в зависимости от вида и дисперсности керамзитовой пыли приводит к повышению коэффициента размягчения камня вяжущего от 0,37 до 0,68.

Повышение прочности и водостойкости искусственного камня на основе композиционного гипсового вяжущего при совместном введении оптимального количества добавок извести и керамзитовой пыли связано с образованием при гидратации композиционного вяжущего водостойких и прочных продуктов взаимодействия извести с оксидами кремния, алюминия и железа. При этом повышение средней плотности искусственного камня составляет до 12,3%, а снижение общей пористости до 37%.

Результаты исследований показывают, что совместное введение в состав строительного гипса керамзитовой пыли различного вида и тонкости помола в количестве до 20–25% и извести в количестве до 5% позволяет получать композиционное гипсовое вяжущее — КГВ-2 с прочностью при сжатии от 14 до 17 МПа и более, относящееся к группе композиционных гипсовых вяжущих средней и повышенной водостойкости, которые могут применяться для производства штукатурных, кладочных и напольных растворов и низкомарочных бетонов для зданий с нормальным влажностным режимом помещений.

Влияние добавок керамзитовой пыли на свойства строительного гипса с добавкой извести и суперпластификатора (КГВ-3).

Влияние пластифицирующих добавок исследовалось на образцах искусственного камня, полученного на основе КГВ-3, с содержанием (мас. %): КП-1 с удельной поверхностью 500 м²/кг — 20, извести — 5.

Введение исследуемых суперпластификаторов при их содержании 0,75–1,5 мас. % снижало водовяжущее отношение с 0,56 до 0,33–0,37.

Результаты исследования показывают, что введение пластифицирующих добавок в пределах 0,75–1,5% от массы вяжущего позволяют получить третью разновидность композиционного вяжущего КГВ-3. В зависимости от вида суперпластификатора предел прочности КГВ-3 возрастает по сравнению с прочностью камня КГВ-2 с 17 МПа до 22–25 МПа, а коэффициент размягчения с 0,68 до 0,73–0,78. КГВ-3 относится к вяжущим повышенной водостойкости и может быть использовано для производства строительных материалов и изделий, эксплуатируемых в помещениях с относительной влажностью более 75%.

Свойства композиционного гипсового вяжущего с бинарной добавкой, включающей керамзитовую пыль и гранулированные доменные шлаки, в комплексе с добавками извести и суперпластификатора (КГВ-4).

Исследования проводились введением молотых гранулированных доменных шлаков в КГВ-3, содержащего (мас. %): КП-1 с удельной поверхностью 500 м²/кг — 20, известь — 5, суперпластификатор СП-1ВП — 1. При этом получили четвертую разновидность композиционного гипсового вяжущего — КГВ-4.

В состав вяжущего вводились гранулированные доменные шлаки размолотые до удельной поверхности 250 м²/кг, 500 м²/кг, 800 м²/кг и имеющие при этом гидравлическую активность по поглощению СаО в мг/г, соответственно: ГДШ-1 — 360, 485 и 496; ГДШ-2 — 325, 423 и 427; ГДШ-3 — 306, 389 и 398.

На рис. 4 приведены зависимости, характеризующие изменение предела прочности при сжатии искусственного камня на основе КГВ-4 от содержания различных

видов гранулированных доменных шлаков с удельной поверхностью 500 м²/кг.

Зависимостями, подобными приведенным на рис. 4, описывается влияние добавок гранулированных доменных шлаков при удельной поверхности 250 м²/кг и 800 м²/кг на предел прочности при сжатии искусственного камня на основе КГВ-4.

Общий анализ установленных закономерностей показал, что КГВ-4 состава (мас. %): строительный гипс — 44; керамзитовая пыль — 20, гранулированные доменные шлаки — 30, известь — 5, суперпластификатор СП-1ВП — 1 в зависимости от вида и тонкости помола керамзитовой пыли и гранулированных доменных шлаков имеют прочность предел прочности при сжатии 28–30,2 МПа и коэффициент размягчения — 0,8–0,96.

КГВ-4 является водостойким вяжущим и может применяться для производства строительных растворов, бетонов и изделий на их основе, эксплуатируемых во влажных условиях.

Выводы.

1. Керамзитовая пыль различных предприятий и способов очистки отличается по гранулометрическому, химическому, минеральному и фазовому составам и гидравлической активности, что необходимо учитывать при ее применении в качестве минеральной добавки к вяжущим и бетонам.

2. Введение в строительный гипс 20–30% молотой керамзитовой пыли или бинарной добавки, включающей до 20% молотой керамзитовой пыли и до 30% молотого гранулированного доменного шлака, в комплексе с добавками извести и суперпластификатора позволяет получать композиционные гипсовые вяжущие средней и повышенной водостойкости, а также водостойкие композиционные гипсовые вяжущие с общим содержанием в их составе техногенного сырья от 20 до 50 мас. %.

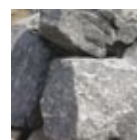
Ключевые слова: керамзитовая пыль, доменные шлаки, активные минеральные добавки, композиционные гипсовые вяжущие, искусственный гипсовый камень

Список литературы

1. Будущее мировой экономики. Доклады группы экспертов ООН во главе с В. Леонтьевым / Под общ. ред. В. Леонтьева. М.: Международные отношения, 1979. 216 с.
2. Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р. Научные, экспериментальные, технико-экономические и технологические предпосылки управления структурой и свойствами наполненных искусственных строительных композиционных материалов // Градостроительство. 2011. № 3 (13). С. 73–79.
3. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) / Под общ. ред. А.В. Ферронской. М.: АСВ, 2004. 488 с.
4. Горин В.М., Токарева С.А., Сухов В.Ю., и др. Расширение областей применения керамзитового гравия // Строительные материалы. 2003. № 11. С. 19–21.
5. Баженов Ю.М., Коровяков В.Д., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. М.: АСВ, 2003. 96 с.
6. Лесовик В.С., Погорелов С.А., Строкова В.В. Гипсовые вяжущие материалы и изделия. Белгород: БелГАСМ, 2000. 224 с.
7. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. М.: Стройиздат, 1960. 318 с.
8. Дворкин Л.И., Соломатов В.И., Выровой В.Н., Чудновский С.М. Цементные бетоны с минеральными наполнителями. К.: Будивельник, 1996. 136 с.

Технологические линии

производства порошков и минеральных наполнителей



ДОЛОМИТ

Система полной автоматизации всей линии – управление всей цепочкой производства с одной панели.



ИЗВЕСТЬ



ГИПС

Запатентованный способ центробежно-ударного измельчения - получение качественного продукта со стабильным грансоставом.

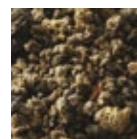


КВАРЦ



ОГНЕУПОРЫ

Полностью законченное производство с высокими показателями работы, простотой обслуживания, малой занимаемой площадью и низкой энергоемкостью.



ШЛАКИ

Контакты:

Россия, 455037, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 89, стр. 7
тел.: +7 (3519) 22-00-49, 22-00-51, 31-66-00, 31-66-11
факс: +7 (3519) 49-81-50
market@uralomega.ru

Узнайте больше на нашем сайте
WWW.URALOMEGA.RU



Ю.В. ТОКАРЕВ, канд. техн. наук (tokarev_01@list.ru), Г.И. ЯКОВЛЕВ, д-р техн. наук, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова; А.Ф. БУРЬЯНОВ, канд. техн. наук, Московский государственный строительный университет

Ангидритовые композиции, модифицированные ультрадисперсной добавкой на основе MgO

Ангидритовые вяжущие, обладая положительными свойствами, имеют ряд известных недостатков и требуют улучшения физико-механических показателей. Самый простой и перспективный способ улучшения их свойств – введение добавок. Большинство авторов полагает, что повышение показателей при использовании добавок связано с образованием плотной структуры минеральной матрицы. Так, в работах [1–2] уплотнение структуры происходит за счет формирования низкоосновных гидросиликатов кальция. В работах [3–5] добавки играют роль центров кристаллизации, приводящих к формированию плотной и мелкокристаллической структуры. Повышение плотности структуры достигается при введении полимерных добавок [6]. Ранее показано [7], что алюмосодержащие ультрадисперсные добавки в небольших количествах способны приводить к повышению механических показателей до двух раз за счет структурирования ангидритовой матрицы. Между тем, остается до конца неясным механизм действия добавок в формировании структуры. Целью данной работы являлось изучения влияния ультрадисперсного каустического магнетита на физико-механические свойства и структуру ангидритового вяжущего.

Была выдвинута гипотеза о том, что введение каустического магнетита позволит интенсифицировать процесс кристаллизации растворенного вещества за счет более высокого поляризующего действия катионов магния на структуру жидкой фазы, что связано с меньшим радиусом катиона Mg^{2+} по сравнению с радиусом катиона Ca^{2+} (0,74 Å и 1,04 Å соответственно) [8]. Поляризация молекул воды будет приводить к упорядочиванию структуры кристаллогидратных новообразований с последующим повышением физико-механических свойств ангидритовой матрицы.

При проведении исследования в качестве вяжущего использовался природный ангидрит Ергачевского месторождения (Кунгурский район, Пермский край). В качестве добавки использовался ультрадисперсный магнетит – порошок магнетитовый каустический ПМК-75 (содержание оксида магния – 75%), являющийся отходом производства огнеупоров. Для определения прочностных характеристик исследуемых составов изготавливались стандартные образцы-балочки со сторонами 4×4×16 см с последующим проведением механических испытаний. Структура ангидритовой матрицы изучалась методами рентгенофазового, дифференциально-термического, ИК-спектрального анализа и растровой электронной микроскопии (РЭМ).

Анализ физико-механических испытаний показал (рис. 1), что прочность при сжатии образцов-балочек с добавлением каустического магнетита возрастает на 70% по сравнению с контрольным образцом при оптимальном содержании добавки 2%. При концентрации добавки в интервале 1–2% (рис. 1) по поверхности ультрадисперсных частиц происходит структурная ориен-

тация ангидритовой матрицы, при этом достигается переход матрицы из объемного состояния в пленочное, которое отличается упорядоченностью структуры и повышенной плотностью и прочностью. Снижение прочности при повышенном содержании добавки (более 2%) объясняется дефицитом вяжущего для покрытия всей поверхности введенной ультрадисперсной добавки [9].

При сравнении рентгеновских спектров можно заметить снижение интенсивности полос соответствующих ангидриту ($d_a = 3,5$ и $1,75$ Å) и увеличение интенсивности линий соответствующих двуводному гипсу ($d_a = 7,62$; $4,29$; $3,8$; $3,07$ Å), что свидетельствует об интенсификации процессов гидрато- и структурообразования.

Анализ ИК-спектров образцов показал (рис. 2), что интенсивность полос поглощения изменяется незначительно. Однако происходит смещение линий поглощения, соответствующим SO_4^{2-} ($1108,053$ и $1114,803$ cm^{-1}) в длинноволновую область, что говорит об увеличении длины связи между атомами кислорода и кальция. Также происходит очень сильное смещение линий поглощения, соответствующих деформационным колебаниям воды ($1684,26$ и $1637,01$; $1620,13$ и $1619,65$ cm^{-1}). Это позволяет сделать вывод о том, что происходит значительное изменение структуры кристаллизационной воды. Таким образом, введение каустического магнетита оказывает значительное влияние на формирование структуры ангидритовой матрицы.

Дифференциально-термический анализ ангидритовой матрицы (рис. 3, а) показал наличие эндотермического пика, связанного с удалением кристаллизационной воды при дегидратации двуводного гипса. В интервале температуры $350–370^\circ C$ происходит перестройка кристаллической решетки с образованием нерастворимого ангидрита, что проявляется на термограмме слабым экзотермическим пиком. При нагревании навески до $700^\circ C$ происходит разложение карбо-

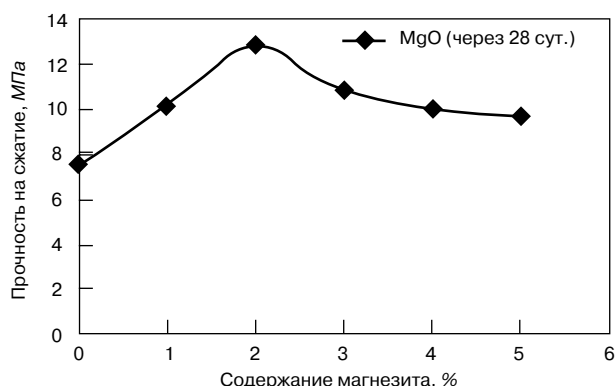


Рис. 1. Зависимость прочности ангидритового вяжущего от содержания каустического магнетита

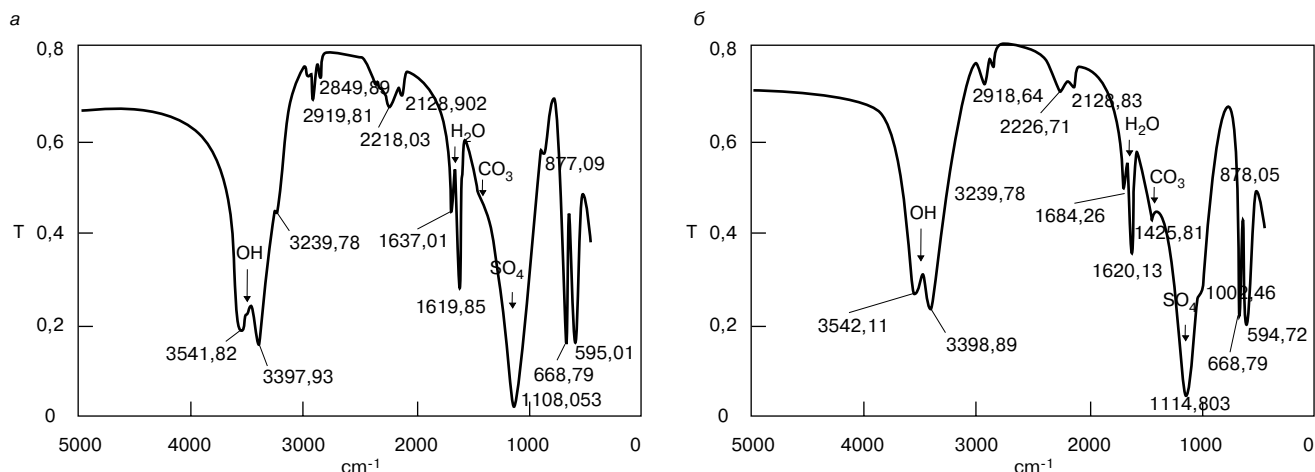


Рис. 2. ИК-спектр образцов: а – без добавки, б – с добавлением ультрадисперсного каустического магнезита

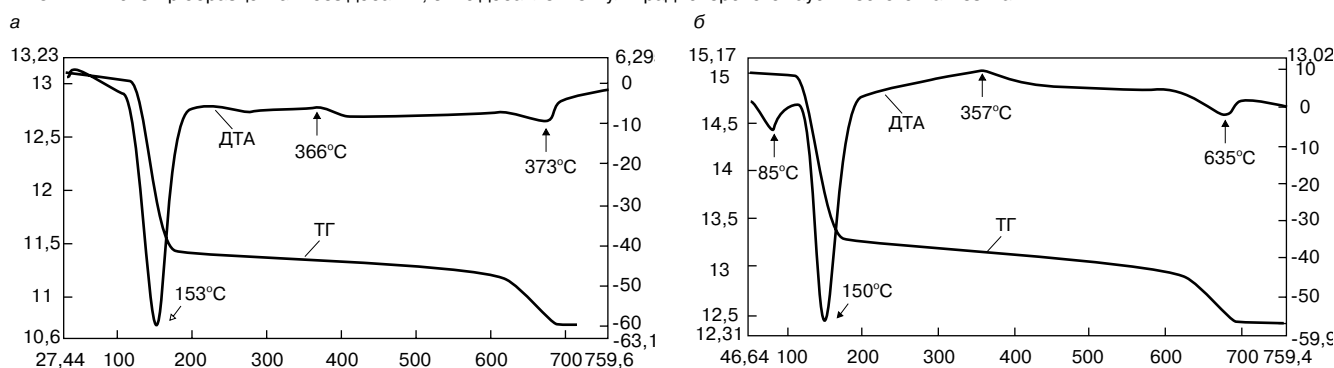


Рис. 3. Термограмма ангидритовой матрицы: а – без добавки, б – с добавлением ультрадисперсного каустического магнезита

ната кальция, что сопровождается потерей массы образца. Однако, при добавлении каустического магнезита на термограмме (рис. 3, б) появляется эндотермический эффект, который начинается при 50°C и достигает максимума при 85°C, который, вероятно, связан с удалением кристаллизационной воды. Известно [10], что свойства воды могут сильно изменяться при введении добавок. Кроме того, общие потери в массе образца с добавлением магнезита составили 17,6%, а в контрольном образце – 12,3%.

На рис. 4 представлена микроструктура образцов без добавок и с добавлением каустического магнезита. В образцах без добавок формируется структура с преобладанием призматических кристаллов со средним размером частиц 5 мкм (рис. 4, а). В структуре ангидритового вяжущего, как без добавок, так и с добавлением магнезита, имеется много негидратированного ангидрита, по поверхности которого, в первую очередь, будет происходить разрушение ангидритовой матрицы. Однако, при добавлении каустического магнезита формируется структура с

плотной упаковкой кристаллов (рис. 4, б), что приводит к увеличению площади межфазной поверхности, снижению пористости и способствует повышению физико-механических характеристик. В составе ангидритового вяжущего также имеются волокнистые кристаллы, которые дополнительно уплотняют матрицу.

Таким образом, результаты РФА, ДТА, ИК-спектроскопии и РЭМ подтверждают, что при введении ультрадисперсного каустического магнезита в ангидритовую матрицу достигается интенсификация процесса кристаллизации растворенного вещества за счет более высокого поляризующего действия катионов магния на структуру жидкой фазы, что приводит к повышению прочностных характеристик ангидритового вяжущего на 70% при содержании добавки 2%. При введении каустического магнезита достигается структурная ориентация ангидритовой матрицы, при этом происходит переход ангидритовой матрицы из объемного состояния в пленочное, которое отличается упорядоченностью структуры и повышенной плотностью и прочностью.

Ключевые слова: каустический магнезит, ангидритовая матрица, кристаллизация

Список литературы:

1. Халиуллин М.И., Гайфуллин А.Р. Штукатурные гипсовые сухие смеси повышенной водостойкости с применением комплекса местных модифицирующих добавок. Материалы XV академических чтений РААСН. Том 1. Казань, 2010. С. 165–168.
2. Халиуллин М.И., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. Композиционное ангидритовое вяжущее повышенной водостойкости // Строительные материалы. 2000. №12. / Наука. С. 34–35.

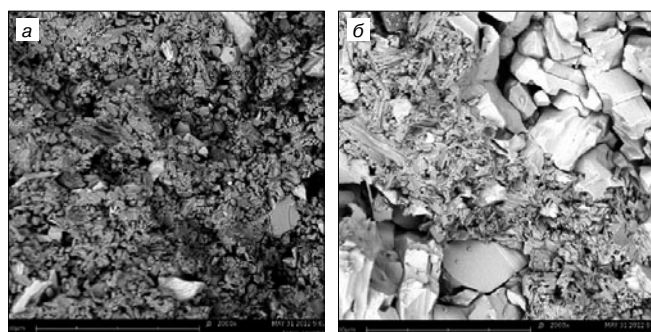


Рис. 4. Микроструктура ангидритовой матрицы: а – без добавок; б – с каустическим магнезитом

3. Кудяков А.И., Аниканова Л.А., Редлих В.В. Исследование гипсовых и гипсофторангидритовых вяжущих повышенной водостойкости. Материалы XV академических чтений РААСН. Том 1. Казань, 2010. С. 123–126.
4. Панферова А.Ю., Трунилова Д.С., Шленкина С.С., Гаркави М.С. Влияние гидросиликатов магния на твердение и свойства вяжущих на основе сульфата кальция. Материалы международной конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». Казань, 2010. С. 43–46.
5. Алтыкис М.Г., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З. и др., Влияние добавки карбонатных наполнителей на свойства ангидритового вяжущего // Известия вузов. Строительство. 1998. №2. С. 51–53.
6. M. Öner, Ö. Dogan. G. Öner. The influence of polyelectrolytes architecture on calcium sulfate dihydrate growth retardation // Journal of Crystal Growth. 1998. – P. 427–437.
7. Токарев Ю.В., Яковлев Г.И. Влияние алюмооксидных дисперсных наполнителей на свойства и структуру ангидритового вяжущего // Известия Казанского архитектурно-строительного университета. 2010. № 1. С. 357–363.
8. Краткий справочник физико-химических величин. Изд. 8-е, перераб. / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. Л.: «Химия», 1983. 160 с.
9. Бобрышев А.Н., Козомазов В.Н., Авдеев Р.И., Соломатов В.И. Синергетика дисперсно-наполненных композитов. М.: ЦКТ, 1999. 252 с.
10. Сычев М.М. Неорганические клеи. Л.: «Химия», 1974. 160 с.



ООО «Сандинский гипсоперерабатывающий комбинат»

Реклама

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–Г6
с остатком на сите № 0,2
от 3 до 7%,
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: sgpk@mail.ru www.sandin.ru

Е.Н. ПОТАПОВА, д-р техн. наук, И.В. ИСАЕВА, студентка, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Повышение водостойкости гипсового вяжущего

В последнее время материалы и изделия на основе гипсовых вяжущих активно внедряются на рынок строительных материалов, вытесняя при этом традиционные составы на основе цемента. Гипсовые вяжущие вещества и материалы на их основе обладают рядом ценных качеств. Производство гипсовых вяжущих нетоксично, характеризуется низким расходом топлива и энергии (примерно в 4–5 раз меньше по сравнению с производством цемента). Гипсовые материалы обладают хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, пожаробезопасностью, сравнительно низкой плотностью, декоративностью.

Наряду с положительными свойствами гипсовым изделиям присуща невысокая водостойкость. Эти отрицательные свойства гипсовых изделий сокращают области и масштабы их применения в строительстве.

Анализируя литературные источники [1–4], можно прийти к выводу, что повышение водостойкости гипса достигается уменьшением растворимости в воде сульфата кальция; уплотнением гипсовой массы; пропиткой изделия веществами, препятствующими прониканию в него влаги и наружной защитной обмазкой изделий.

Водостойкость гипсового вяжущего (ООО «КНАУФ Гипс Красногорск») повышали тремя способами: модифицированием вяжущего полимерными добавками (гиперпластификатор Melflux 5581 F, редиспергируемый полимерный порошок Vinnapas 8031 H, гидрофобизатор Silres BS 1306), поверхностной пропиткой образцов раствором Silres BS 1306 и созданием смешанного гипсоцементно-пуццоланового вяжущего.

При введении добавки Melflux 5581 F в количестве 0,1–0,3% от массы гипсового вяжущего происходит резкое снижение водопотребности. Количество воды, необходимое для получения гипсового теста стандартной консистенции, снижается с 52 до 42%. При этом происходит увеличение срока начала схватывания гипсового теста с 4 до 8 мин и конца схватывания с 9 до 20–22 мин.

Принцип действия гиперпластификатора основывается на рассеянии статических зарядов и пространственной стабилизации частиц вяжущего вещества, что

приводит к высокоэффективному диспергированию и дефлокуляции. Таким образом, адсорбируясь на гидратирующихся зернах вяжущего, гиперпластификатор удлиняет сроки схватывания и уменьшает водопотребность, что обуславливает рост прочностных показателей. Прочность, как при изгибе, так и при сжатии увеличивается (рис. 1). Причем через 2 ч воздушного твердения прочность гипсового камня при изгибе превышает прочность гипсового камня при сжатии. После сушки при температуре 55°C прочности при изгибе и сжатии становятся близки. Дальнейшее твердение образцов на воздухе (24 ч) ведет к росту прочности при сжатии, в этом случае она в 1,5 раза превышает прочность при изгибе.

Редиспергируемый полимерный порошок Vinnapas 8340 в количестве 1–3 % от массы гипсового вяжущего в процессе схватывания гипсового раствора заполняет большую часть капилляров, что препятствует проникновению воды в слой раствора. При этом происходит снижение водопотребности до 49–50% и незначительное повышение прочности при введении 1% РПП (рис. 2, а).

Введение гидрофобизирующей добавки Silres BS 1306 в количестве 0,1–0,3 мас. % позволяет снизить количество воды затворения до 48–49%, что приводит к росту прочности (рис. 2, б).

В присутствии добавок происходит уплотнение структуры гипсового камня, твердевшего 24 ч на воздухе, что выражается в снижении пористости с 19,5 до 9,2%. Коэффициент размягчения немного возрастает, однако гипсовый камень при этом не является водостойким (табл. 1).

Проведенные электронно-микроскопические исследования гипсового камня показали, что в присутствии добавок изменяется характер кристаллизации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и кристаллы становятся более мелкими. Введенные добавки способствуют, с одной стороны, снижению расхода воды затворения, что ведет к уменьшению пористости и уплотнению структуры. С другой стороны, гидрофобизирующие полимерные добавки, адсорбируясь на зернах вяжущего, образуют полимерный слой, что также уплотняет

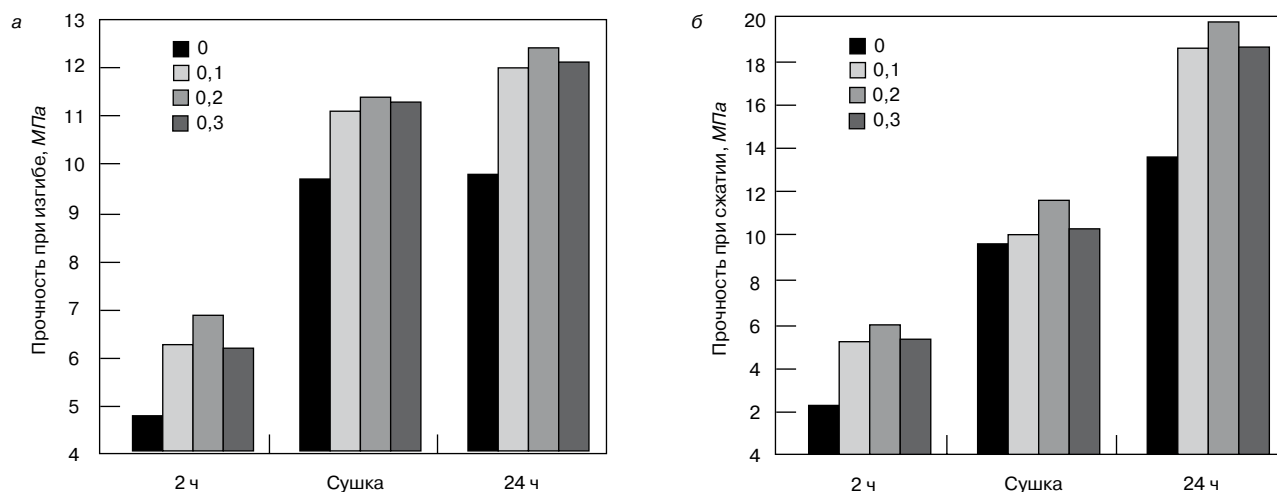


Рис. 1. Влияние условий твердения и содержания гиперпластификатора Melflux 5581 F на прочность гипсового камня при изгибе (а) и при сжатии (б)

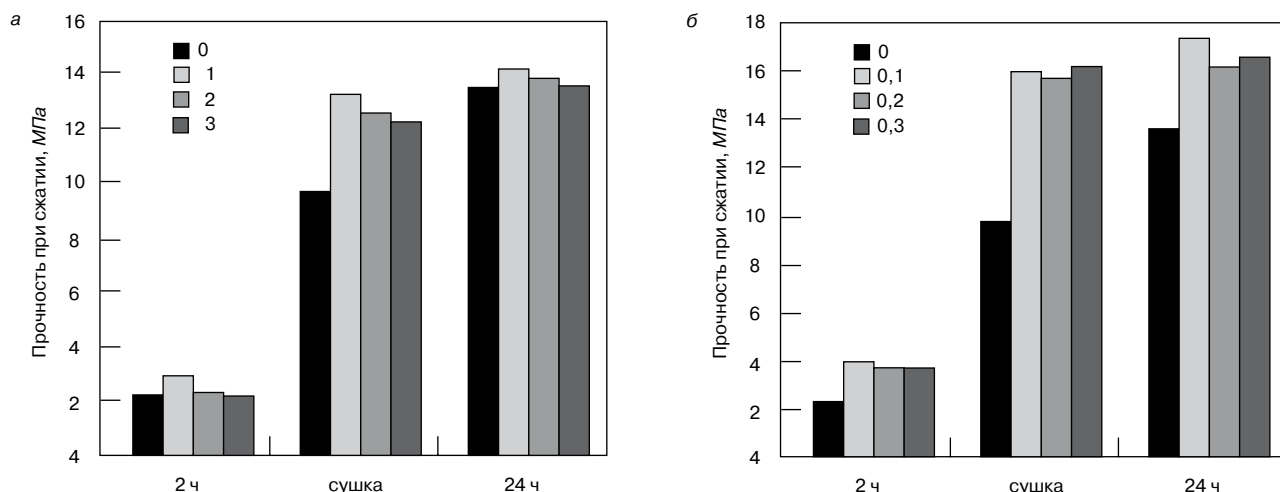


Рис. 2. Влияние условий твердения и содержания добавок Vinnapas 8031 H (а) и Silres BS 1306 (б) на прочность гипсового камня при сжатии

ет структуру. Это обуславливает повышение водостойкости таких модифицированных образцов.

Для повышения водостойкости модифицированный гипсовый камень подвергали пропитке гидрофобизирующим составом Silres BS 1306. Полученные результаты (табл. 1) показывают, что после пропитки пористость гипсового камня существенно снижается, а коэффициент размягчения повышается с 0,41–0,53 до 0,68–0,85. Повышение коэффициента размягчения при пропитке раствором Silres BS 1306 объясняется дополнительной внутренней гидрофобизацией порового пространства, что препятствует проникновению влаги в структуру материала. Однако водостойким можно считать только гипсовый камень, модифицированный 0,2% Melflux 5581 F.

Наиболее эффективным способом повышения водостойкости гипсовых вяжущих является введение в него веществ, вступающих с ним в химическое взаимодействие с образованием водостойких и твердеющих в воде продуктов, как в результате химической реакции с гипсовым вяжущим, так и вследствие собственной гидратации. Для создания гипсоцементно-пуццоланового вяжущего (ГЦПВ) брали гипсовое вяжущее, портландцемент ЦЕМ I 500 Д0 и в качестве активной минеральной добавки – трепел (табл. 2).

При увеличении количества активной минеральной добавки с 15 до 25 мас. % происходит повышение водопо-

требности ГЦПВ с 47,5% до 50,5%. Сроки схватывания ГЦПВ увеличиваются по сравнению с гипсовым вяжущим в 1,5–2 раза и достигают 8–15 мин. Образцы ГЦПВ твердели 1–90 сут в воздушно-влажных условиях. В возрасте 7 сут прочность при изгибе образцов составляет 11–15 МПа, а при сжатии – 21–30 МПа. С увеличением продолжительности твердения прочность всех составов возрастает, что объясняется снижением пористости образцов в 2–2,5 раза, с 18,5–25,3% до 7,6–10,4%. Уплотнение структуры и заполнение порового пространства продуктами гидратации вяжущего приводят к повышению коэффициента размягчения (водостойкости). После 14 сут твердения коэффициент размягчения составляет 0,8–0,87, повышаясь от состава 3 к составу 1.

Модифицирование гипсоцементно-пуццоланового вяжущего комплексной добавкой (0,2% гиперпластификатора Melflux 5581 F + 1% РПП Vinnapas 8031 H) приводит к снижению водопоглощения вяжущего до 44–45%. При этом сроки схватывания практически не изменяются. В 1–7-е сутки твердения наблюдается плавное уменьшение пористости образцов с 16,4–19,4% (в первые сутки) до 12,1–15,4%, а затем от 7-х к 14-м суткам происходит резкое снижение (в 2–3 раза) пористости. И в возрасте 90 сут твердения пористость состава 1 составляет 3,3%, а для составов 2 и 3 – 3,9 и 4,4% соответственно. Такое уплотнение образцов приводит к росту прочности как при изгибе, так и при сжатии и к повышению коэффициента размягчения (рис. 3).

Таблица 1

Добавка	Пористость, %		Коэффициент размягчения	
	без пропитки	после пропитки	без пропитки	после пропитки
–	19,5	3,4	0,41	0,68
0,2% Melflux	9,2	1,9	0,53	0,85
1% РПП	13,8	3,1	0,44	0,74
0,1% Silres	11,4	2,5	0,47	0,78

Таблица 2

№ состава	Содержание компонентов, %		
	гипсовое вяжущее	портландцемент	трепел
1	50	35	15
2	50	30	20
3	50	25	25

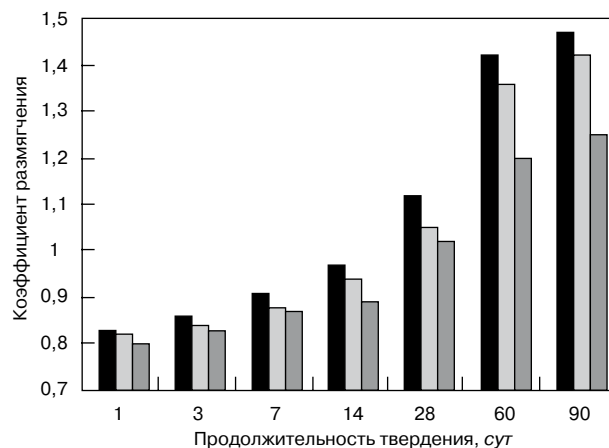


Рис. 3. Влияние продолжительности твердения и состава модифицированного гипсоцементно-пуццоланового вяжущего на водостойкость образцов

Причиной повышения водостойкости является положительное действие комплексной добавки, которое заключается в том, что частицы диспергируемых полимерных порошков распределяются в структуре материала, формируя непрерывный полимерный каркас. Образование подобных полимерных пленок во внутрипоровом пространстве приводит к внутренней гидрофобизации материала, а пластифицирующая добавка снижает вязкость раствора и тем самым понижает количество воды затворения. После 7 сут твердения ГЦПВ, модифицированные комплексной добавкой, имеют коэффициент размягчения больше 0,85, что позволяет считать эти вяжущие водостойкими.

Список литературы

1. *Ферронская А.В.* Развитие теории и практики в области гипсовых вяжущих веществ. Сб. «Развитие теории и технологий в области силикатных и гипсовых материалов». Ч. 1. М. 2000. С. 47–56.
2. *Коровяков В.Ф.* Гипсовые сухие смеси // Сухие строительные смеси. 2008. № 4. С. 30–33.
3. *Коровяков В.Ф.* Перспективы применения водостойких гипсовых вяжущих в современном строительстве. Сб. докладов семинара «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». М. 2002. С. 181–185.
4. *Коровяков В.Ф.* Теоретические аспекты и практические результаты создания гидравлических композиционных гипсовых вяжущих повышенной долговечности. Сб. «Проблемы и пути создания композиционных материалов из отходов промышленности». Новокузнецк. СибГИУ 1999. С. 51–58.



Химическая технология керамики

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

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

В пособии освещены вопросы современного состояния технологии основных видов керамических изделий строительного, хозяйственно-бытового и технического назначения, а также различных видов огнеупоров. Книга соответствует программе общего курса химической технологии керамики и огнеупоров при наличии также курсов соответствующих специализаций. Подробно изложены характеристика сырья, проблемы подготовки керамических масс и их формование, особенности механизмов спекания, а также дополнительные виды обработки керамики: металлизация, глазурирование, декорирование, механическая обработка.

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

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

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

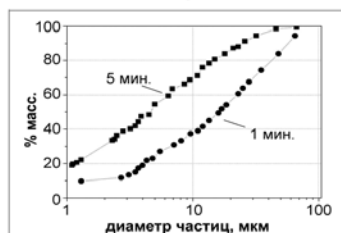
Реклама



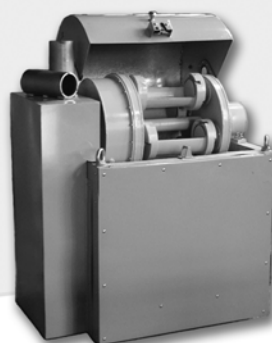
Лабораторные мельницы «Активатор» для заводских и исследовательских лабораторий.



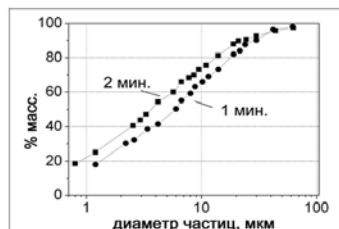
Активатор-2SL



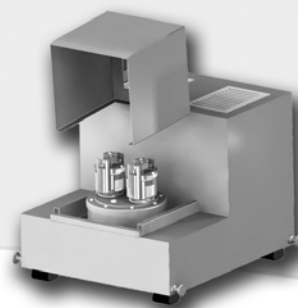
Для пробоподготовки материалов



Активатор-4M



Для наработки небольших партий материалов



Активатор-2S

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах

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: belyaev@activator.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



ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ ДИНАМИЧЕСКИЕ

ПДУ-МГ4 "Удар"

и ПДУ-МГ4 "Импульс"

определение динамического
модуля упругости грунтов
и оснований дорог
методом штампа,

диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
5...300 МН/м² ("Импульс")



Прессы испытательные малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4

с гидравлическим приводом
для испытания бетона,
асфальтобетона, кирпича

■ предельная нагрузка
100 / 500 / 1000 кН
■ масса 70 / 120 / 180 кг



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

с ручным / электрическим приводом
для испытания утеплителей на изгиб
и сжатие при 10% линейной деформации

■ предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
■ масса 20 / 25 кг

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности
сцепления в каменной
кладке

предельное усилие
отрыва 15 кН



АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности
сцепления покрытия
с основанием

предельная нагрузка
1 / 2,5 / 5 / 10 кН



ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный
и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01 анемометр-термометр

диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
-30...+100 °С



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01 термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+65 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

3...5, 10 и 100-канальные
регистраторы

диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

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



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

модульные регистрирующие
для зимнего бетонирования
и пропарочных камер
(до 20 модулей в комплекте)
зондовые / контактные
1...2-канальные

диапазон -40...+100 / 250 °С



ДИНАМОМЕТРЫ

ДМС-МГ4 / ДМР-МГ4

эталонные

сжатия / растяжения
предельная нагрузка
1...1000 кН



ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых
усилий 2...120 кН

диаметр
арматуры 3...12 мм



ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4

частотный метод

диаметр
арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



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

С.А. НЕКРАСОВА, инженер (snek-mgn@mail.ru), М.С. ГАРКАВИ, д-р техн. наук, А.Ю. ПАНФЕРОВА, инженер (morkva.86@mail.ru), Магнитогорский государственный технический университет (ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Носова»)

Влияние искусственного старения на формирование структуры гипсового камня

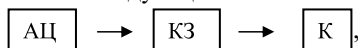
В настоящее время в связи с возрастающими масштабами использования ресурсо- и энергосберегающих технологий преимущества гипсовых вяжущих становятся более значимыми и сфера их применения расширяется. При этом особенно важна стабильность строительно-технических характеристик гипсовых вяжущих, что достигается применением такого технологического приема, как искусственное старение.

Сущность этого процесса заключается в частичной гидратации гипсовых вяжущих при выдерживании их в различных влажностях воздуха. При этом в результате гидратации растворимого ангидрита и образования двухводного гипса происходит снижение водопотребности гипсового вяжущего и повышение его прочности.

Образующиеся при искусственном старении кристаллы двухводного гипса способствуют залечиванию макродефектов (пор, трещин и т. п.), возникающих при получении гипсового вяжущего (β -модификации полуводного гипса), а также выполняют роль центров кристаллизации при формировании структуры гипсового камня. При этом большее значение имеет размер кристаллов двухводного гипса, который зависит от относительной влажности воздуха, т. е. от условий искусственного старения.

В качестве объекта экспериментального исследования использовалось гипсовое вяжущее β -модификации марки Г4П Челябинского гипсового завода, отобранного из гипсоварочного котла по окончании процесса варки. Старение гипсового вяжущего осуществлялось при его хранении в эксикаторах при температуре 20°C и относительной влажности воздуха 60, 80 и 100% ($\phi = 0,6; 0,8; 1$) в течение 14 сут.

Прочность искусственного камня определяется прочностью единичных контактов между частицами и числом контактов на единицу поверхности разрушения. С технологической точки зрения наиболее приемлемым способом повышения прочности гипсового камня является увеличение в нем числа контактов [1]. Основой для образования контактов в твердеющей вяжущей системе являются контактные зародыши, возникновение которых является энергетически более выгодным, нежели непосредственное срастание частиц [2]. Возникновение этих контактных зародышей происходит на активных поверхностных центрах, которые непосредственно участвуют в формировании межчастичных контактов. Процесс образования контактов в гипсовой дисперсии можно представить следующей схемой:



где АЦ – активный центр; КЗ – контактный зародыш; К – межчастичный контакт.

В качестве активного поверхностного центра при твердении гипсового вяжущего, подвергнутого искусственному старению, можно рассматривать как поверхностные дефекты на частицах полугидрата, так и центры кристаллизации (кристаллы двухводного гипса). Так как в формировании межчастичных контактов участвуют частицы двухводного гипса, образование контактных зародышей наиболее предпочтительно именно на цен-

трах кристаллизации, образовавшихся при старении гипсового вяжущего. Очевидно, что количество центров кристаллизации зависит от условий старения.

Превращение активных центров в контактные зародыши можно рассматривать как систему ресурс – потребитель [3], в которой в качестве потребителя выступают контактные зародыши. Для части вышеприведенной схемы, описывающей образование контактного зародыша на активном центре, уравнения материального баланса, имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{dA}{d\tau} &= J_A - J_k \cdot N_{KЗ}; \\ \frac{dN_{KЗ}}{d\tau} &= \mu \cdot J_k \cdot N_{KЗ} - m \cdot N_{KЗ}, \end{aligned} \quad (1)$$

где A – численность активных центров, которая определяется видом и морфологией их источника (так называемая плотность трофического ресурса); J_A – скорость возобновления активных центров; J_k – скорость превращения активных центров в контактные зародыши (трофическая функция); $N_{KЗ}$ – численность контактных зародышей; μ – КПД превращения активных центров в контактные зародыши; m – коэффициент естественной смертности контактных зародышей.

Скорость возобновления активных центров J_A в системе уравнений (1) можно принять как постоянную величину, так как количество центров кристаллизации (кристаллы двухводного гипса), образовавшихся в результате искусственного старения, зависит только от условий протекания упомянутого процесса. Скорость превращения активных центров в контактные зародыши (трофическая функция) J_k и КПД этого процесса μ определяются размером частиц двухводного гипса и также зависят от условий старения. Исходя из данных работы [4] выполнено численное моделирование системы уравнений (1), результаты которого приведены на рис. 1.

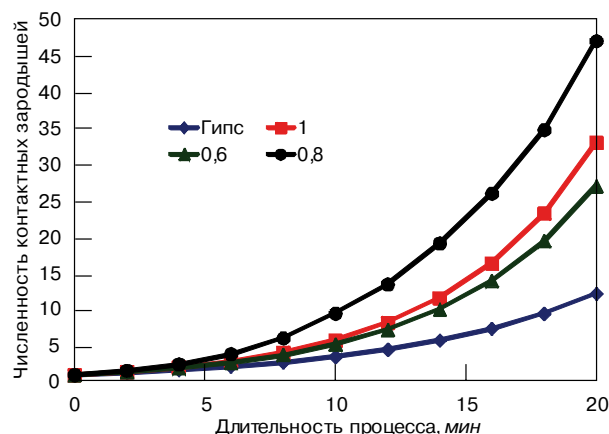


Рис. 1. Влияние условий старения на численность контактных зародышей при твердении гипсового вяжущего

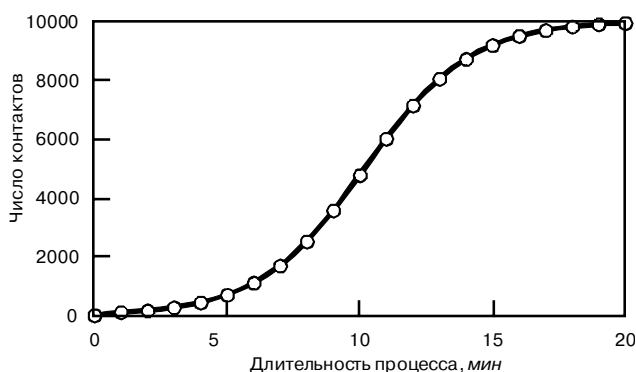


Рис. 2. Кинетика образования контактов в твердеющей гипсовой дисперсии

Как следует из данных рис. 1, наибольшее количество контактных зародышей образуется при твердении гипсового вяжущего, подвергнутого старению при относительной влажности воздуха 80%. В таких условиях имеет место не только адсорбция водяного пара на поверхности частиц исходного вяжущего, но и его капиллярная конденсация в микропорах, что создает предпосылки для образования большого числа центров кристаллизации. Полученный результат численного моделирования хорошо коррелирует с данными, приведенными в работе [5].

Образование контактов из контактных зародышей можно рассматривать как развитие популяции, т. е. этот процесс описывается дифференциальным уравнением Ферхюльста–Перла [6], из которого можно определить число контактов N_k в твердеющей вяжущей системе:

$$N_k = \frac{N_m \cdot N_0}{N_0 - (N_0 - N_m) \cdot \exp(-k_N \cdot \tau)}, \quad (2)$$

где N_0 – число контактов в момент времени $\tau = 0$ (число контактных зародышей); N_m – предельное число контактов в твердеющей системе, соответствующее полному истощению контактных зародышей или активных центров, из которых они возникают; k_N – константа скорости образования контактов.

Исходя из данных, полученных при моделировании численности контактных зародышей, по соотношению (2) рассчитана кинетика образования контактов при твердении гипсового вяжущего, подвергнутого искусственному старению при относительной влажности воздуха 80% (рис. 2).

Возрастание числа контактов в твердеющей системе закономерно сопровождается и ростом ее прочности (рис. 3).

Результаты численного моделирования хорошо соотносятся с экспериментальными данными, полученными при изучении твердения гипсового вяжущего после его старения в различных условиях.

Предел прочности при сжатии, МПа				
	до старения	3 сут	7 сут	14 сут
$\varphi = 0,6$	3,8	4,3	4,2	3,99
$\varphi = 0,8$		4,7	4,4	4,3
$\varphi = 1$		4,1	4,25	4,1

Таким образом, проведенное численное моделирование и экспериментальное исследование структурообразования гипсового вяжущего, подвергнутого искусственному старению, показало, что данный процесс является эффективным средством увеличения прочности искусственного камня.

Ключевые слова: гипсовое вяжущее, искусственное старение, контакт, модель.

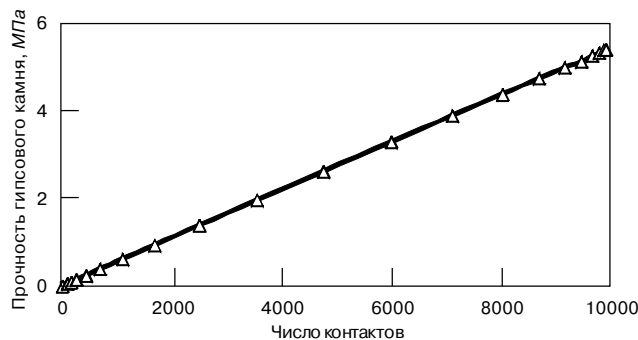


Рис. 3. Прочность гипсового камня в зависимости от числа контактов

Список литературы

1. Шукин Е.Д., Конторович С.И., Амелина Е.А. Физико-химические закономерности структурообразования в дисперсных системах как научная основа повышения прочности и долговечности материалов // Журн. ВХО им. Менделеева. 1989. № 2. С. 167–174.
2. Полак А.Ф., Бабков В.В., Андреева Е.П. Твердение минеральных вяжущих веществ. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1990. 216 с.
3. Свирижев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М.: Наука, 1987. 368 с.
4. Некрасова С.А. Термодинамический анализ процесса старения гипсового вяжущего // Строительные материалы. 2009. №12. С. 81–83.
5. Фишер Х.-Б., Новак С., Острадецкий И. Низко-обоженные полугидраты сульфата кальция и их влагопоглощение // Цемент и его применение. 2005. № 4. С. 39–42.
6. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. М.: Мир, 1979. 279 с.



Ю.З. Балакшин, В.А. Терехов

Технология производства стеновых цементно-песчаных изделий

Справочное пособие для производственного обучения

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2012. 276 с.

Авторы многие годы отдали работе в промышленности строительных материалов и накопили значительный объем знаний и технических документов производстве стеновых материалов не только из опыта работы промышленности в СССР и России, но и многих предприятий Европы, Америки и Азии, в том числе и по производству широкой номенклатуры цементно-песчаных изделий методом вибропрессования.

В книге описано производство и применение стеновых материалов методом вибропрессования из цементно-песчаных бетонов. Рассмотрена существующая и перспективная номенклатура изделий и их свойства. Описаны сырьевые материалы для производства цементно-песчаных изделий: песок, щебень, вяжущие и химические добавки. Сформулированы специфические требования к сырьевым материалам, а также рекомендации по подбору состава бетонной смеси. Подробно представлена технология производства цементно-песчаных вибропрессованных стеновых изделий. Особое внимание уделено технологическому контролю на производстве и техническому контролю и обслуживанию оборудования.

Книга предназначена для организации производственнотехнического обучения на предприятии, будет полезна инженерно-техническому персоналу и широкому кругу специалистов.

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

С.В. ЛИТВИНЕНКО, руководитель лаборатории сухих строительных смесей компании ЕТС (Санкт-Петербург)

Применение замедлителя схватывания для гипсовых вяжущих Retardan 225P

Уже много лет на рынке замедлителей схватывания гипсовых материалов присутствует хорошо зарекомендовавшая себя добавка Retardan P швейцарской компании Sika. Недавно компания Sika выпустила новый продукт под торговой маркой Retardan 200P (рис. 1).

Retardan 200P представляет собой кальциевую соль специальным образом модифицированной аминокислоты. Данная модификация отличается от продукта Retardan P своей более высокой активностью.

Для удобства дозирования производитель предлагает ее 25% смесь с инертным наполнителем.

Разбавленный продукт получил название Retardan 225P. Его эффективность соответствует эффективности Retardan P. Для Retardan 225P так же справедлива известная диаграмма (рис. 2)

При низком содержании действующего вещества в Retardan 225P, цена оказывается для потребителя более привлекательной, чем цена предыдущей модификации.

В данной статье предлагается рассмотреть особенности применения но вого замедлителя с различными гипсовыми вяжущими. Приведенные ниже данные получены в лаборатории компании ЕТС.

Влияние на прочность. На рис. 3 отображены результаты, полученные при определении прочности при сжатии и изгибе образцов трех видов гипса с четырьмя видами замедлителей схватывания.

Из рисунка видно, что прочность при сжатии в образцах гипса разных производителей выше в случае использования замедлителя Retardan 225P. Дозировка замедлителей подбиралась таким образом, чтобы получить время до начала схватывания около 50 мин. Густота раствора подбиралась по распылу конуса. Для предотвращения расслоения, связанного с относительно большим временем до начала схватывания, количество требуемой воды было уменьшено по сравнению со стандартом.

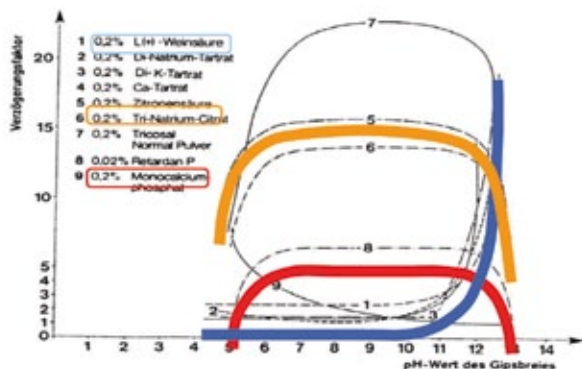


Рис. 2. Зависимость эффекта замедления от pH в суспензии вяжущего (Th. Mallon, ZKG No.6/1988)

Измерения прочности проводились через 7 сут после затворения смеси и полного высушивания балочек. Можно отметить, что благодаря особенностям механизма замедления Retardan 225P практически не влияет на прочность затвердевшего гипсового раствора.

Эффективность замедления.

Время от начала до окончания схватывания

Как и в случае с определением прочности для предотвращения расслаивания растворов, пришлось изменить дозировку воды. Расплыв для всех испытаний соответствовал 14 см. Измерения проводились с помощью автоматического прибора Вика. Для повышения чувствительности прибора, особенно на начальной стадии твердения, была использована игла с основанием 1,8 мм и диаметром в широкой части 5 мм. Масса иглы 300 г.

На графиках показатель «Высота» соответствует расстоянию от основания кольца до конца иглы при погружении в раствор. Для эксперимента выбран режим свободного падения. Дозировка замедлителей составляет 0,05%, лимонной кислоты — 0,08%. Полученные результаты приведены на рис. 4.

Как можно заметить, особенностью Retardan 225 является то, что он практически не изменяет время от начала и до окончания схватывания гипсового раствора, т. е. этот промежуток близок к такому же у чистого гипса и составляет не более 10 мин. Лимонная кислота также дает результат, близкий к этому показателю. Винная кислота значительно увеличивает время между началом и окончанием твердения — более чем на 40 мин. Это делает ее незаменимой для гипсовых штукатурок при необходимости срезки.

PlastRetard с разным гипсом может вести себя по-разному.

Замедлители с разными гипсами

Винная кислота с данными видами гипса имеет сходные кривые твердения. То же можно отметить в составах с лимонной кислотой и Retardan, хотя последний

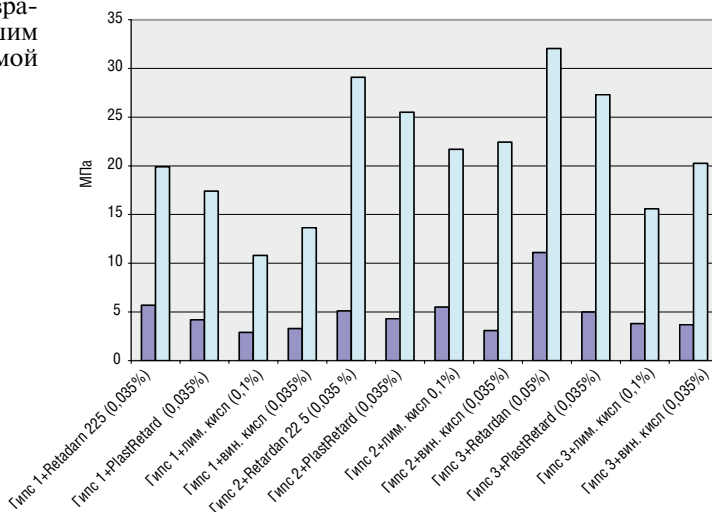


Рис. 3. Прочность при сжатии и изгибе образцов гипса с замедлителями схватывания

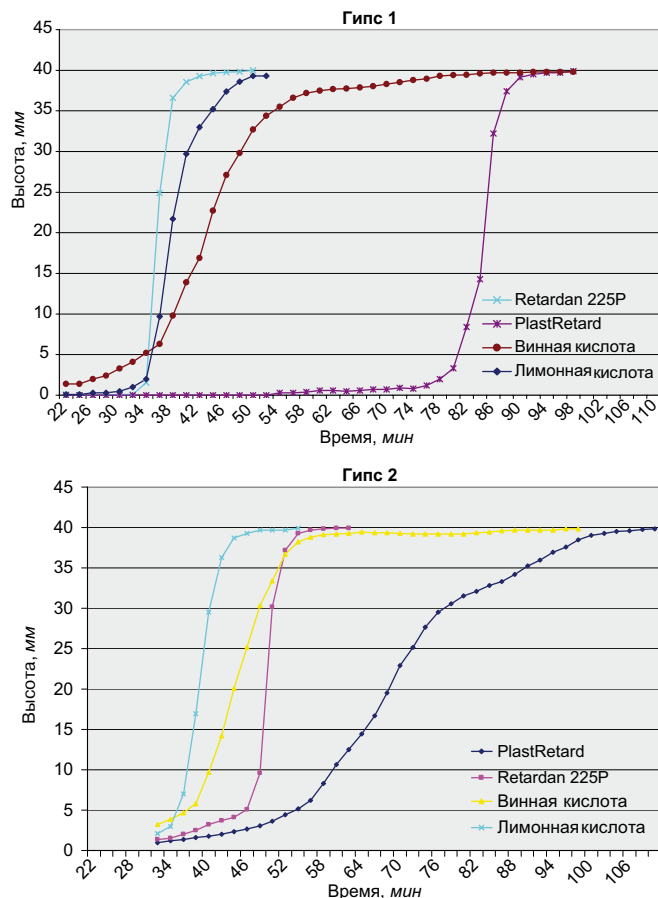


Рис. 4. Зависимость глубины проникновения иглы в раствор от времени выдержки гипса 1 и 2 с модификаторами

и имеет некоторое отличие в самом начале твердения и заметный сдвиг кривой твердения по оси времени. PlastRetard с двумя видами гипса имеет одинаковое время окончания схватывания, но с гипсом № 2 характеризуется более продолжительным твердением, особенно на начальной стадии. Это приводит к тому, что срезку после нанесения штукатурки можно начинать только через 90 мин после затворения (для данной иглы состояние гипса, когда можно начинать срезку, соответствует глубине ее погружения ~ 35 мм), а времени на срезку останется только 10–15 минут, как для составов с лимонной кислотой или добавкой Retardan.

Влияние количества воды затворения на работу замедлителей

Больше всего увеличение количества воды в смеси влияет на работу винной кислоты. Время до начала и окончания схватывания может возрасти более чем на 20 мин. Увеличение количества воды смеси гипса № 2 с PlastRetard положительно влияет на свойства. Кривая зависимости глубины погружения иглы от времени начинает приближаться к кривой смеси с винной кислотой, при том что эффективность замедления выше почти в два раза. Для Retardan увеличение количества воды приводит к некоторому смещению кривой, увеличивая время схватывания и твердения на 6 мин (рис. 5).

Необходимость добавления извести. Retardan 225P, как и предыдущий замедлитель компании Sika, работает в широком диапазоне pH (рис. 2). Данная особенность позволяет использовать Retardan даже в тех гипсовых составах, для которых невозможно или нежелательно добавление извести.

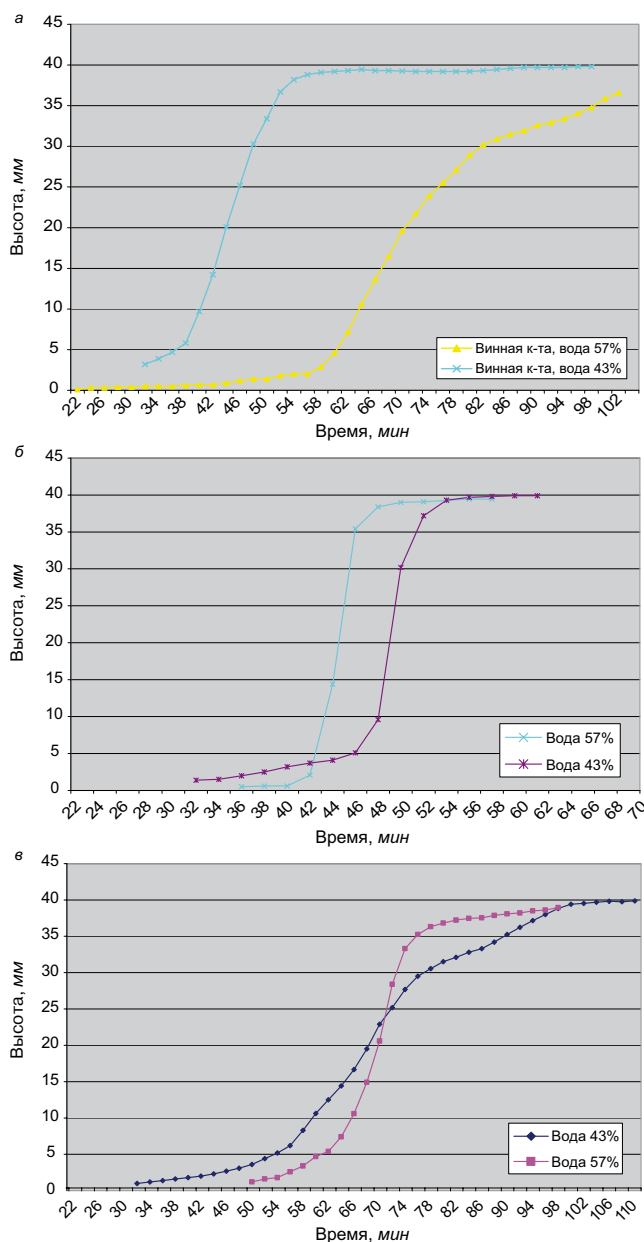


Рис. 5. Сроки схватывания гипсовых растворов с винной кислотой (а), Retardan (б), PlastRetard (в) и разным количеством воды затворения

Из опыта работы следует, что Retardan 225P во много раз снижает свою эффективность в системах, где одновременно присутствуют гипс и алюминатные составляющие, т. е. в системах, где возможно активное образование этtringита. По этой причине данный замедлитель не рекомендуется для использования, например, в наливных полах на основе глиноземистого цемента.

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что Retardan 225P представляет собой эффективный замедлитель для гипсовых вяжущих. Хотя он и не является универсальным замедлителем, но благодаря своим особенностям оказывает значительный положительный эффект при применении. Минимальное влияние на снижение прочности гипса, малая чувствительность к изменению содержания воды, обеспечение быстрого твердения позволяют особенно рекомендовать его для наливных полов на основе гипса, гипсовых шпатлевок, в качестве замедлителя при производстве гипсокартонных листов и гипсовых блоков. Также добавку можно использовать в составе гипсовых штукатурок, при использовании которых не требуется времени срезки более 10 мин.

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, канд. техн. наук, В.В. БЕЛОВ, д-р. техн. наук, Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, Ю.Ю. ПОЛЕОНОВА, инженеры, Тверской государственный технический университет; А.Ф. БУРЬЯНОВ, канд. техн. наук, Московский государственный строительный университет

Использование отходов природного гипсового камня в производстве безобжиговых материалов

Обеспечение строительства ресурсосберегающими экологически чистыми материалами и изделиями – одна из первоочередных задач промышленности строительных материалов. Необходимо шире вовлекать в производство отходы промышленности, в том числе самой строительной индустрии. К таким отходам можно отнести отсевы и отходы дробления гипсовой породы, которые до настоящего времени практически не используются для получения товарной продукции строительного профиля. Вовлечение их в производственный процесс позволило бы не только удешевить получаемую продукцию, использовать ценное техногенное сырье, но и повысить экологическую составляющую.

Получение безобжиговых композитов на основе отходов гипсовой породы связано прежде всего с оптимизацией внутренней структуры композита, обеспечивающей высокие физико-механические характеристики материала [1, 2]. В связи с этим возникает необходимость применения математического моделирования, позволяющего использовать разработанные модели в качестве теоретической основы при создании программного комплекса для определения параметров технологии получения безобжиговых изделий [3].

В работе в качестве основного исходного материала использовался природный гипсовый камень Новомосковского месторождения Тульской области в виде отходов и отсевов дробления. Фракционный состав природного гипсового сырья представлен частицами размером менее 5 мм. В исследованиях использовались бинарные смеси порошков двуводного гипса, полученных помолом в лабораторной шаровой мельнице.

По минералогическому составу гипсовый камень Новомосковского месторождения представлен преимущественно селенитом (волокнуистой разновидностью

гипса белого, светло-серого, иногда темно-серого цвета) с прослойками пятнистого и звездчатого гипса. Кристаллы гипса благодаря преимущественному развитию граней (010) имеют таблитчатый, редко столбчатый или призматический облик (рис. 1). Из призм наиболее часто встречаются (110) и (111), иногда (120) и др. Грани (110) и (010) часто обладают вертикальной штриховкой.

Плотность гипса составляет 2300 кг/м³, пористость 0,24%. Среднее содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 88,78%. Качество природного гипсового сырья Новомосковского месторождения, в том числе по химическому составу, отвечает требованиям, предъявляемым к гипсовому камню 1-го и 2-го сортов.

Ввиду того что прочность безобжигового композита на основе отходов гипсовой породы определяется прочностью частиц материала, числом контактов между частицами твердой фазы и прочностью отдельного контакта, а число контактов, в свою очередь, зависит от размера частиц и способа их упаковки [4], в работе решалась задача по выявлению математической зависимости, описывающей процесс структурообразования с использованием критерия оптимальности – числа фазовых контактов, и количественной характеристики бинарной смеси – соотношения средних размеров частиц. В ходе разработки математической зависимости и исследований наряду с лабораторными испытаниями была разработана компьютерная пространственная модель [5], позволяющая оптимизировать структуру материала и произвести расчет необходимых характеристик смеси в условном единичном объеме.

Структурная топология определяет координацию ближайшего окружения частицы в трехмерном пространстве координационным числом и плотностью упаковки в системе [6]. Координационное число определя-

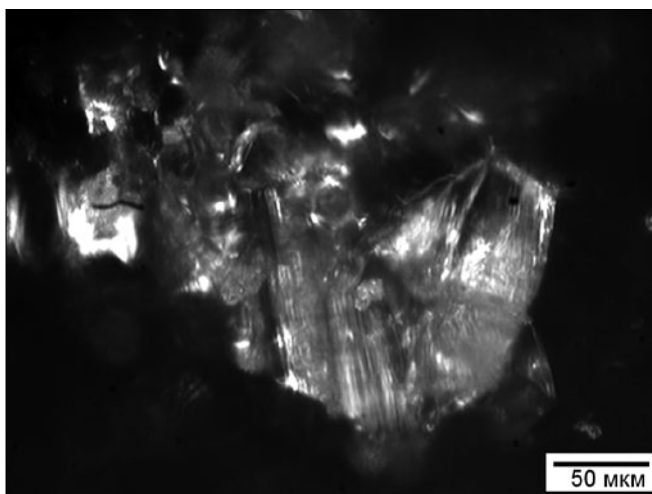


Рис. 1. Микрофотография кристаллов природного гипсового камня Новомосковского месторождения Тульской области

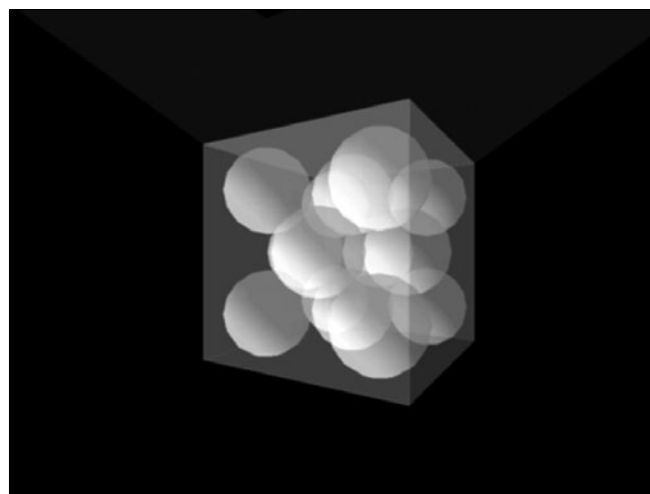


Рис. 2. Гексагональная упаковка крупных частиц в единичном объеме

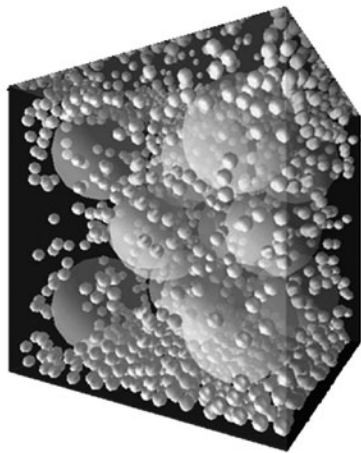


Рис. 3. Моделирование процесса формирования внутренней структуры дисперсной системы негидратационного твердения в единичном объеме

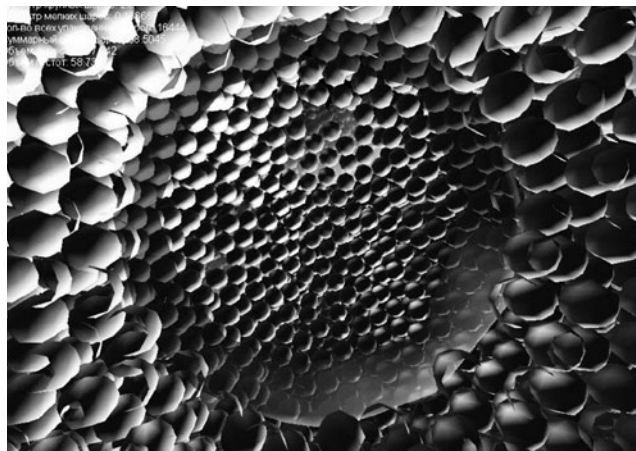


Рис. 4. Фрагмент модели внутренней структуры дисперсной системы негидратационного твердения в разрезе

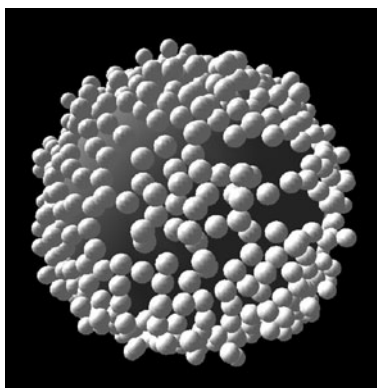


Рис. 5. Имитационная модель фазовых контактов

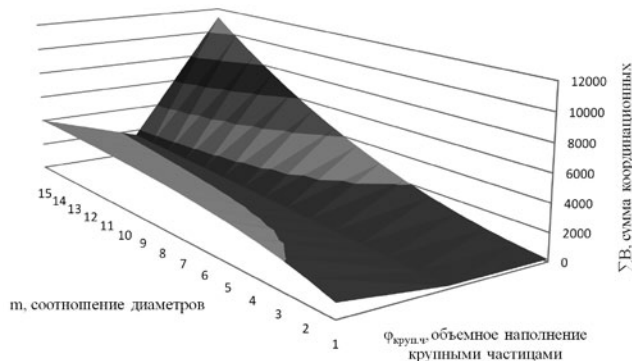


Рис. 6. Зависимость суммы координационных чисел ΣV от соотношений объемных наполнений ϕ_1 и ϕ_2 и диаметров частиц бимодальной смеси

ется количеством зерен (частиц), соприкасающихся (контактирующих) с центральным зерном по отношению к его ближайшему окружению, т. е. числом зерен в ближайшем окружении центрального зерна.

Количество кристаллизационных контактов определяется соотношением размеров сблизившихся частиц и количественным содержанием частиц разного размера в составе дисперсной системы. Необходимо использовать бинарные смеси определенного типа, позволяющие получать максимальное количество контактов крупных и мелких частиц в упаковке [4].

Задача решалась путем создания математической модели, описывающей распределение твердых частиц в единице объема (элементарной ячейке) при условии образования максимального количества фазовых контактов, отвечающих механизму негидратационного твердения – мелкая частица должна располагаться в промежутке между двумя крупными частицами. Разработанная компьютерная программа для построения пространственной модели микроструктуры композиционных материалов на основе бинарной смеси позволяет смоделировать упаковку бифракционного массива частиц. С помощью данной программы, задавая начальные параметры, можно получить количественную оценку упакованного массива сферических частиц [5].

Структуре негидратационного твердения на основе дигидрата сульфата кальция наиболее соответствует гексагональная упаковка, поэтому в основу пространственной компьютерной модели был заложен именно такой тип упаковки крупных частиц (рис. 2).

В компьютерной модели укладка мелких частиц осуществляется по алгоритму перекатывающихся частиц (drop and roll) [7].

Упаковка сферических частиц реализуется моделированием случайной струи мелких частиц по принципу «одна после другой». Вновь образованные частицы падают в бункер с плоскими стенками, в котором уже размещена кристаллическая структура, состоящая из неподвижных крупных частиц (рис. 3). Бункер устанавливает конфигурацию трехмерной упаковки. Первоначальная позиция частиц (X_0 , Y_0 , Z_0) выбирается случайным образом, причем все положения частицы являются равновероятными. Отпущенная частица движется в свободном падении в поле силы тяжести вдоль оси Y , то есть с постоянными координатами X_0 и Z_0 . Как только падающая частица наталкивается на препятствие – стенку бункера или уже упакованную частицу, она прилипает к ней (без соударения) и начинает скользить по поверхности в направлении минимума потенциальной энергии до следующего препятствия. Процесс движения частицы продолжается до тех пор, пока она не займет положение, устойчивое по отношению к силе тяжести. Остановка частицы происходит, очевидно, в точке пересечения трех поверхностей (три сферы, две сферы и плоскость и др.) или на поверхности, перпендикулярной направлению свободного падения частиц, например на дне бункера.

Таким образом, программа позволяет исследовать процесс упаковки бифракционного массива частиц, с возможностью задания их размеров и количества, что дает возможность получать различные структуры бинарных систем. Результатом работы программы является построенная трехмерная модель упаковки частиц; рассчитанный объем засыпанных частиц; объем пор; число контактов, образующихся на поверхности крупной частицы; количество контактов на единичной поверхности крупной частицы (рис. 4).

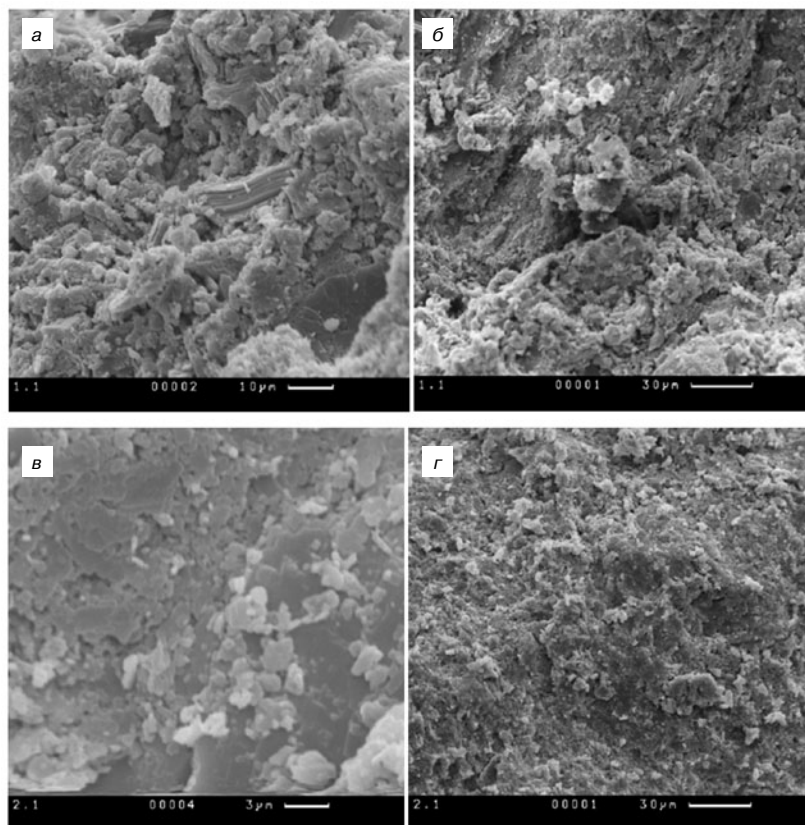


Рис. 7. Микроструктура композита, полученного на основе бинарной смеси нормированного гранулометрического состава: а, б — непосредственно после прессования; в, г — на 7-е сутки твердения

Расчет количественных характеристик модели выполняется по формулам стереометрии суммированием объемов сферических тел. Модель имитирует распределение твердых частиц в единице объема (элементарной ячейке) с учетом образования максимального количества контактов при оптимальной плотности упаковки (рис. 5).

Модель применима только для полусухих бинарных сырьевых смесей двухводного гипса, используемых для получения безобжиговых строительных композитов методом гиперпрессования.

По результатам исследований и с использованием компьютерной модели формирования оптимальной структуры дисперсной системы негидратационного твердения на основе двухводного техногенного гипса была получена математическая зависимость, которая позволяет теоретически рассчитать оптимальный зерновой состав сырьевой смеси из порошков различной тонкости измельчения, обеспечивающий плотную упаковку в объеме при максимальном количестве контактов зерен разного размера.

Эти расчеты позволили определить математическую зависимость суммы координационных чисел от объемного наполнения крупными частицами и соотношения диаметров частиц бимодальной смеси (рис. 6).

По результатам исследований структуры дисперсной системы негидратационного твердения на основе дигидрата сульфата кальция рассчитаны оптимальные зерновые составы сырьевых смесей на отходах природного гипсового камня. Оптимальный состав обеспечивает максимально плотную упаковку в объеме при максимальном количестве фазовых контактов в структуре твердеющей системы.

Оптимизация гранулометрического состава сырьевых смесей на основе двухводного техногенного гипса позволяет повысить прочность получаемого композита более чем в два раза. Повышение прочности при использо-

вании оптимизированной сырьевой смеси обусловлено в первую очередь увеличением числа первичных кристаллизационных контактов, что подтверждается исследованием микроструктуры гипсового композита. Первичная структура композита (рис. 7, а, б) характеризуется наличием недостаточно развитых кристаллизационных контактов между частицами дигидрата. При дальнейшем твердении, как показано на микрофотографиях образующейся структуры, контакты развиваются, происходит срастание отдельных кристаллов в блоки, пористость структуры (рис. 7, в, г) уменьшается. Количество контактов определяется соотношением размеров сблизившихся частиц и количественным содержанием частиц разных размеров в составе смеси.

Таким образом, оптимизация гранулометрического состава безобжигового композита методами математического моделирования позволяет существенно упростить процесс подбора состава, значительно улучшить физико-механические характеристики получаемых материалов и изделий и расширить ресурсную базу гипсовой промышленности за счет эффективного использования отходов природного гипсового камня.

Получение гипсовых изделий на основе оптимизированной сырьевой смеси по энергосберегающей технологии позволит обеспечить строительство необходимыми энергоэффективными материалами и изделиями высокого качества.

Ключевые слова: двухводный гипс, отсе́вы и отходы дробления гипсовой породы, фазовые контакты, гранулометрический состав, бинарная смесь, внутренняя структура, негидратационное твердение, математическое моделирование, безобжиговые композиты.

Список литературы

1. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф., Пустовгар А.П. Оптимизация внутренней структуры дисперсных систем негидратационного твердения // Строительные материалы. 2010. № 7. С.22–23.
2. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б. Регулирование свойств безобжиговых гипсовых материалов // Строительные материалы. 2008. № 8. С.14–15.
3. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Бурьянов А.Ф. Твердеющие кристаллизационные системы на основе порошков двухводного гипса // Строительные материалы. 2007. № 12. С.46–47.
4. Петропавловская В.Б. Способ изготовления изделий из гипса. Патент 2297399 Российская Федерация. № 2005137935; зарегистрировано 20.04.07.
5. Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Образцов И.В. Расчет топологических параметров сыпучих дисперсных систем Патент 2011615905 Российская Федерация. № 2011614066, зарегистрировано 28.07.11.
6. Хархардин А.Н., Топчиев А.И. Уравнения для координационного числа в неупорядоченных системах // Успехи современного естествознания. 2003. № 9. С. 47–53.
7. Волошин В.П., Медведев Н.Н., Фенелонов В.Б., Парман В.Н. Исследование структуры пор в компьютерных моделях плотных и рыхлых упаковок сферических частиц // Журнал структурной химии. 1999. Т. 40. № 4. С.46–60.



**5-7
сентября
2012 г.
Пермь**

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

**Телефоны:
(495) 557-30-11
E-mail: gips@
rescom.ru**

www.rosgips.ru

**Российская гипсовая ассоциация
Московский государственный строительный университет
ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова
Научно-исследовательский институт строительной физики
ГУП «НИИМосстрой»**

Ш е с т а я М е ж д у н а р о д н а я к о н ф е р е н ц и я
**«Повышение эффективности производства
и применения гипсовых материалов и изделий»**

Тематика конференции:

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



В рамках конференции состоится:
тематическая производственная экскурсия
на ООО «КНАУФ ГИПС КУНГУР»
и в Кунгурские гипсовые пещеры

Генеральный информационный спонсор: журнал

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**

С.В. ФЕДОРОВ, канд. техн. наук, директор Центра профессиональных компетенций в строительстве, Ю.Г. МЕЩЕРЯКОВ, д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Строительные материалы и технологии», Центральный институт повышения квалификации
ОАО «Атомэнергопром» (Санкт-Петербург)

Производство гранул и строительных изделий из фосфополугидрата

Обеспечение устойчивого развития человечества — глобальная задача, над которой работают ученые всего мира. Рациональное использование природных ресурсов планеты, разработка безотходных ресурсосберегающих технологий не имеют альтернативы. Одним из самых крупнотоннажных техногенных отходов в России являются фосфогипс и фосфополугидрат — динамично прирастающий источник высококачественного сырья для строительной индустрии. Для включения данного техногенного ресурса в производственный процесс необходимо решить две ключевые задачи:

1. Снизить замыкающие энергозатраты.
2. Обеспечить конкурентоспособное качество продукции.

В данной статье анализируется опыт разработки энергосберегающих технологий переработки фосфополугидрата за последние 30 лет и обосновывается целесообразность замещения истощающегося природного гипсового сырья техногенным.

При производстве ортофосфорной кислоты путем разложения апатитового концентрата серной кислотой (полугидратный режим) образуется попутный продукт, содержащий до 95% полуводного сульфата кальция массы сухого остатка на фильтре (фосфополугидрат, ФПГ).

Потенциально ФПГ является гипсовым вяжущим веществом, однако он содержит примеси, которые не позволяют использовать его для производства гипсовых строительных изделий на существующем технологическом оборудовании. ФПГ содержит примеси — ортофосфорную кислоту и фосфаты, которые являются сильными замедлителями процессов гидратации полугидрата, схватывания и твердения формовочных смесей.

Проведенные исследования проб ФПГ, отобранных с карусельных фильтров цехов экстракции Волховского алюминиевого завода («Метаким») и Череповецкого комбината «Аммофос» (Фосагро), показали, что в нормальных условиях превращение полуводного сульфата кальция в гипс заканчивается через 20–25 сут. Ниже приведены результаты испытаний проб ФПГ, проведенных по методике стандартной для гипсовых вяжущих (ГОСТ 125):

- Водопотребность ФПГ 50–70%;
- Время начала схватывания 5–9 ч;
- Время конца схватывания 11–15 ч;
- Предел прочности при сжатии сухих образцов 1–2 МПа.

Промышленная переработка ФПГ возможна при условии ускорения физико-химических процессов

превращения полуводного сульфата кальция в гипс, схватывания и твердения смесей. Ускорение этих процессов может быть достигнуто путем введения активаторов в сочетании с обработкой смеси под давлением (механохимическая активация, МХА). Механическая обработка может быть обеспечена путем прессования смесей, обработки на бегунах. Важным обстоятельством при обработке является возможность изменения ее продолжительности, что обеспечивается в бегунах, которые широко применяются при производстве строительной керамики.

Механохимическая активация ФПГ выполняет несколько функций:

1. Обеспечивает и ускоряет нейтрализацию кислот в жидкой фазе (ортофосфорной и серной) путем введения извести, портландцемента, металлургических шлаков и др.

2. Позволяет получить быстротвердеющие формовочные смеси.

3. Изменяет реологические свойства фосфополугидрата. ФПГ с фильтра содержит 20–32% жидкой фазы, это сыпучий попутный продукт со средней плотностью 700–800 кг/м³. При обработке на бегунах он переходит в вязкопластичное состояние, при этом средняя плотность повышается до 1800–1900 кг/м³. Изменение реологических свойств обусловлено уплотнением (удалением воздуха), а также изменением зернового состава, формы зерен и удельной поверхности. Обработка приводит к увеличению реакционной способности на поверхности зерен, сульфата кальция и образованию контактов — межфазовых, адгезионных и других. После обработки на бегунах ФПГ может быть использован в производстве гранул и изделий. Формование обеспечивается путем кратковременной виброобработки (ж/т = 0,2–0,3), либо увеличением ж/т до 45–60% с последующим формованием изделий способом литья.

При переработке ФПГ возможно применение различных вариантов МХА:

1. Дополнительная промывка остатка на фильтре водными растворами серной кислоты (концентрация до 3%) с введением сульфатов в качестве активаторов и обработкой смеси на бегунах. Быстротвердеющие смеси можно получить при расходе активатора (сульфата калия и натрия), достигающем 3 мас. % сухого ФПГ. Кристаллизация сульфата на поверхности при сушке изделий может приводить к образованию белого налета (высолов).

2. В качестве добавки, обеспечивающей нейтрализацию кислот в жидкой фазе ФПГ, можно использовать известь, а также промышленные отходы, содер-

жащие известь и силикаты кальция — пыль электрофильтров цементных заводов, шлаки и др., с последующей обработкой смеси на бегунах. Превращение полуводного сульфата кальция в гипс заканчивается через 6–24 ч. Этот вариант технологии может быть реализован при производстве гранул для цементных заводов [1]. После МХА смеси схватываются и твердеют сравнительно медленно. Начало схватывания 0,5–6 ч, конец — 3–8 ч. Прочность искусственного камня может достигать 20 МПа.

3. Активатор образуется при обработке смеси на бегунах путем взаимодействия компонентов, которые вводятся в ФПГ. Малорастворимые в воде продукты химической реакции выделяются в коллоидном состоянии, и в этот период они обладают высокой адсорбционной способностью, обеспечивая адсорбцию и хемосорбцию примесей. Суммарный расход добавок не превышает 1–3 мас. % сухого ФПГ. Этот вариант технологии позволяет получать формовочные смеси по техническим свойствам, не отличающиеся от аналогичных смесей на основе гипсовых вяжущих, полученных из природного сырья.

Промышленная переработка ФПГ имеет не только практическое, но и важное экологическое значение, так как накопители являются источниками загрязнения окружающей среды. В условиях, когда отсутствует законодательная и экономическая поддержки процессов переработки ФПГ, технологии, включающие МХА, позволяют получать строительные изделия, способные конкурировать с аналогичной продукцией, изготовленной из природного гипсового камня.

Преимущества МХА:

1. Исключается сложный и энергоемкий технологический передел — производство гипсового вяжуще-

го, так как ФПГ состоит преимущественно из полуводного сульфата кальция.

2. Как было отмечено, влажность ФПГ с фильтра не превышает 32%. Для превращения полуводного сульфата кальция в гипс необходимо до 15% воды от массы сухого ФПГ. Поэтому при формовании пластинных смесей влажность изделий не будет превышать 15%. При производстве гипсовых плит отпускная влажность изделий не должна превышать 8%. В связи с этим расход топлива на сушку должен быть сравнительно невысоким, а прочность искусственного камня при сжатии может достигать 20 МПа и более.

К недостаткам технологии можно отнести, что при длительном хранении влажного ФПГ прочность изделий повышается вследствие частичного превращения полуводного сульфата кальция в гипс.

Оптимальная область применения технологии МХА — производство гранул для цементных заводов, а также строительных изделий — блоков, плит, межкомнатных перегородок.

Ключевые слова: механическая активация, гранулы для цемента, энергосберегающая технология производства моделей из гипса, техногенное сырье.

Литература

1. Сучков В.П., Мещеряков Ю.Г. Фосфополугидрат — сырье для производства портландцемента // Строительные материалы из попутных продуктов промышленности: Межвуз. темат. сб. тр. Л., 1980. С. 67–69.

Реклама

НА РАСТВОРОБЕТОННЫХ
УЗЛАХ И СТРОЙПЛОЩАДКАХ

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ



АЛЬТЕРНАТИВА сухим строительным смесям

ЕТС

Группа компаний
«Единая Торговая Система»

Компания ЕТС предлагает строительным организациям поставку «ПРЕМИКСОВ» -предварительно смешанных химических компонентов сухих строительных смесей.

«ХИМИЯ» - наша,
«МИНЕРАЛКА» - ваша.

Реальная экономия до
3 000 рублей
 на тонну готовой продукции.

И.В. БЕССОНОВ, канд. техн. наук,
Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН (Москва)

Характеристики влагопереноса пеногипса

В последнее время развиваются технологии возведения малоэтажных домов с использованием технологии заливки свежеприготовленной гипсовой, с легким заполнителем, или пеногипсовой массы в несъемную опалубку (рис. 1). Пеногипс играет роль теплоизоляционного слоя в каркасной конструкции наружных стен. Такая технология возведения имеет ряд преимуществ, основным из которых является быстрота схватывания гипсового теста, что увеличивает скорость возведения объектов, по отношению к заливочному пенобетону на цементном вяжущем.

До настоящего времени недостаточно изучены механизмы перемещения влаги в слое пеногипсового утеплителя и в конечном итоге влажностный режим наружной стены в годичном цикле эксплуатации. В лаборатории НИИСФ проводится оценка состояния материалов



Рис. 1. Процесс заливки пеногипса в несъемную опалубку

и в целом ограждающей конструкции [1]. Изучаются характеристики влагопереноса материалов, в частности пеногипса. Проводятся исследования зависимости теплопроводности от влажности, сорбционных свойств, водопоглощения, скорости высыхания, паропропускаемости. Устанавливаются кривые сорбции и десорбции с учетом погрешности измерений эксикаторным методом [2]. Кроме того, исследу-

ются такие важные характеристики пеногипса как скорость капиллярного всасывания и влагопроводность.

Капиллярное всасывание воды пеногипсом определялось по следующей методике. Образцы материала в виде призмы высушивали при температуре 65°C до постоянной массы. Затем каждый образец обмазывали по боковым поверхностям водо- и паронепроницаемым составом (парафином) и устанавливали в вертикальном положении в сосуд с водой. Глубина погружения нижней впитывающей поверхности призмы не более 5 мм. Отмечали время начала впитывания, затем образец периодически с увеличивающимися временными интервалами взвешивали и определяли количество впитанной воды. Испытание проводили в течение двух недель.

Результаты измерений наносили на плоскость в координатах $M - \sqrt{\tau}$, где M – масса всосанной воды, приходящаяся на единицу площади впитывания, кг/м², τ – время, прошедшее от начала капиллярного всасывания, ч. По полученному графику определяли параметры, позволяющие описать процесс капиллярного всасывания уравнением, которое отражает кусочно-линейную зависимость M от $\sqrt{\tau}$

$$M = M_j - 1 + K_j (\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau_{j-1}}), \quad (1)$$

где K – коэффициенты капиллярного всасывания воды кг/(м²·ч^{0,5}); индексы соответствуют точкам перелома на графике $M = f(\sqrt{\tau})$.

Результаты экспериментов, представленные в табл. 1 и на рис. 2, показывают, что исследуемый материал обладает большой способностью к капиллярному всасыванию воды. При этом основная часть воды всасывается в течение первых 1–2 ч.

Нестационарную влагопроводность пеногипса исследовали по методике, применяемой в НИИСФ. Для этого использовали образцы, приготовленные как описано выше. После испытания на капиллярное всасывание воды, в течение некоторого времени, не превосходящего время до первого перелома на графике $M = f(\sqrt{\tau})$, образцы рассекали на части по высоте. Толщина отсекаемых от образца слоев составляла 5–10 мм. Затем очищенный от парафина исследуемый материал каждого слоя помещали в отдельный бюкс и определяли его влажность термобариметрическим методом. Таким образом определялось распределение влажности по высоте образца.

По полученному распределению влажности рассчитывали параметры, необходимые для вычисления значений коэффициента влагопроводности материала: w_0 , a , k_1 , k_2 . Среднее значение коэффициента влагопроводности можно вычислить по формуле:

$$b = \frac{k_2^2}{2(1 - (k_1/k_2)^a)(a+1)} \left[1 - \frac{k_1}{k_2} - \frac{1}{a+1} [1 - (k_1/k_2)^{a+2}] \right], \quad (2)$$

где b – коэффициент влагопроводности, м²/с; a – параметр, характеризующий выпуклость кривой распределения влажности по высоте в образце; k_1 , k_2 – параметры, характеризующие скорость перемещения профиля влажности в образце, м²/с^{0,5}.

Таблица 1

Значения параметров уравнения (1)
по результатам экспериментальных исследований

Плотность образца, кг/м ³	K_1 кг/(м ² ч ^{0,5})	M_1 кг/м ²	K_2 кг/(м ² ч ^{0,5})	M_2 кг/м ²	K_3 кг/(м ² ч ^{0,5})
400	33,5	38,3	17	43,4	6,7
350	48,6	30,5	11,3	34,6	7,5

Таблица 2

Значения параметров, необходимых для расчета коэффициента
нестационарной влагопроводности пеногипса

Плотность образца, кг/м ³	Параметры, необходимые для расчета коэффициента нестационарной влагопроводности				Среднее значение коэффициента влагопроводности, 10 ⁻⁹ кг/(м с)
	w_0 , кг/кг	a	k_1 , 10 ⁻⁴ м/с ^{0,5}	k_2 , 10 ⁻⁴ м/с ^{0,5}	
400	2,055	0,48	0	19,2	194
350	2,112	0,48	0	20	210
Среднее					200

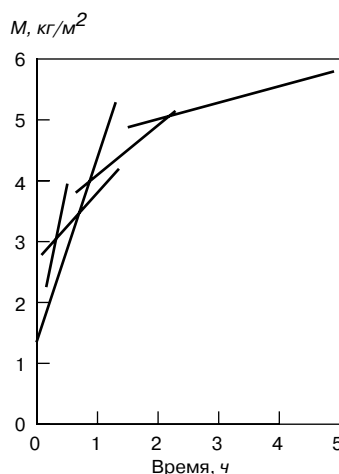


Рис. 2. Капиллярное всасывание воды пеногипсом

Показатели, полученные по описанной методике, сведены в табл. 2. Влагопроводность материала при увлажнении его поверхности следует считать значительной. Характеристики влагопереноса как часть теплотехнических характеристик используются для оценки влажностного режима наружных ограждений. Программа расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций основана на конечно-разностном методе и позволяет рассчитывать фазовый состав

влаги в материалах без учета эффекта выделения/поглощения теплоты фазовых превращений. Используя программу расчета можно спрогнозировать состояние стены в различные периоды эксплуатации в данных климатических условиях. Следует иметь в виду, что технология заливочного пеногипса предусматривает использование дополнительного (сверх необходимого для гидратации) количества воды для получения транспортабельной свежеприготовленной смеси. Таким образом, в стене на каждый кубический метр утеплителя остается от 100 до 300 л воды, которую необходимо испарить. В качестве несъемной опалубки в расчетах приняты плиты из фибролита, плотностью 1100 кг/м³, с наружным тонким штукатурным слоем по полимерной сетке.

На рис. 3 показано распределение влаги в толще наружной стены, в случае использования заливочного пеногипса в несъемной опалубке без проведения мероприятий по удалению излишней влаги. Серым цветом показана зона увлажнения, синей штриховкой — количество льда во влажном утеплителе в зимний период. Расчеты показывают, что даже на пятый год эксплуатации в слое пеногипса может оставаться значительное количество влаги. Это может создавать условия появления биоповреждений, плесени, а в зимний период существенного снижения теплозащитных свойств стены.

Учитывая изложенное при использовании технологии возведения стен с заливочным пеногипсом необходимо соблюдать следующие требования.

1. Применять составы пеногипса с пониженными значениями капиллярного всасывания и влагопроводности, что достигается модификацией гипсового вяжущего специальными добавками. При разработке составов пеногипса необходимо стремиться получать минимальное приращение теплопроводности от влажности.
2. Материалы наружной стены должны располагаться в следующем порядке: к внутренней поверхности — материалы более плотные, теплопроводные и малопаропроницаемые, а к наружной поверхности пористые, с низкой теплопроводностью и более паропроницаемые.
3. Сопротивление паропроницанию внутреннего слоя конструкции из условий недопустимости систематического накопления влаги в ограждении в течение годового периода эксплуатации здания и ограничения накопления влаги в ограждении за период с отрицательной температурой наружного воздуха должно быть не менее $5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$.

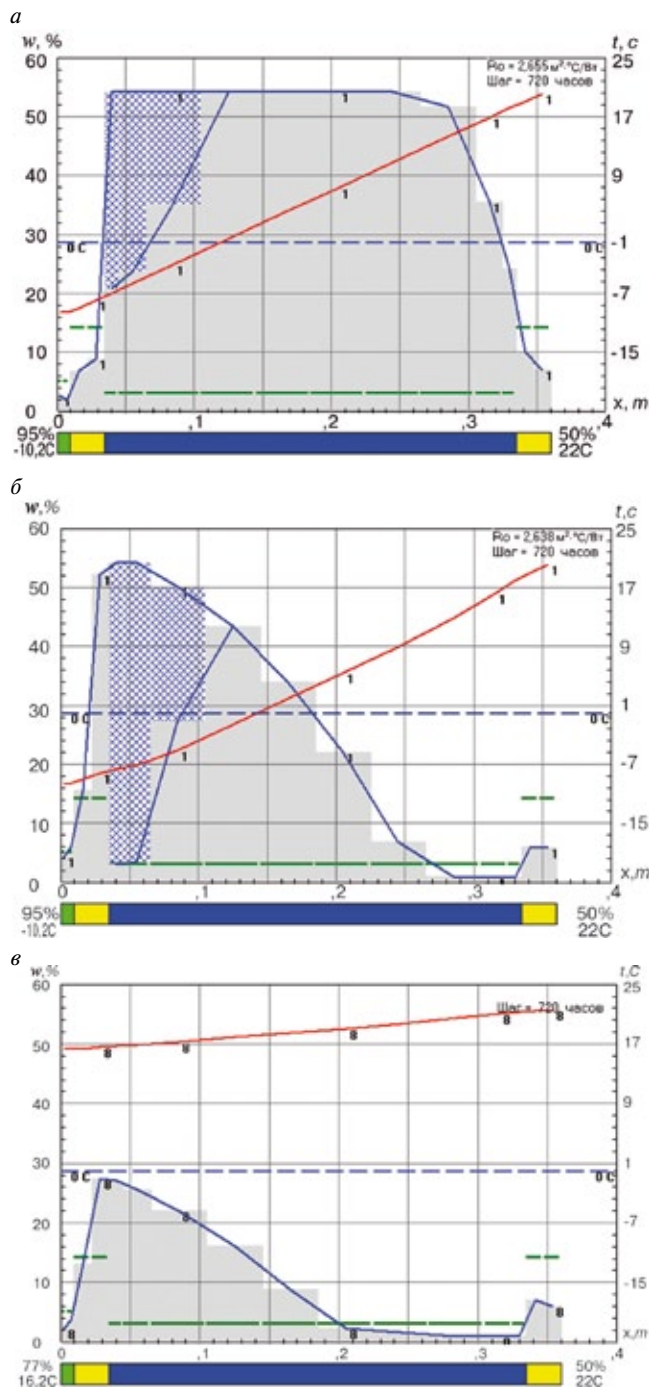


Рис. 3. Состояние наружной стены с заливочным пеногипсом: а – в январе первого года эксплуатации; б – в январе третьего года эксплуатации; в – в августе пятого года эксплуатации

Ключевые слова: пеногипс, наружные стены, влагоперенос, капиллярное всасывание, влагопроводность, теплозащита, влажностный режим

Список литературы

1. Гагарин В.Г. Исследование потенциальности векторного поля потока влаги в капиллярно-пористом материале методами векторного анализа // Academia. Архитектура и строительство. 2008. №3. С. 70–73.
2. Киселёв И.Я. Ошибки измерения равновесной сорбционной влажности материалов ограждающих конструкций эксикаторным методом // Academia. Архитектура и строительство. 2010. №3. С. 623–628.

В июне 2012 г. УК «РОСИЗВЕСТЬ» приступила к опытно-промышленной добыче гипсового камня на Бесленеевском месторождении Мостовского района Краснодарского края. Разработку месторождения ведет ООО «Минерал-Хорс», согласно лицензии на право пользования недрами (КРД №80038 ТР от 04.09.2007 г) с целевым назначением на доразведку и добычу гипсового камня при разработке открытым способом, выданной департаментом строительства и архитектуры Краснодарского края.



Разведанные запасы гипсового камня Бесленеевского месторождения на площади 50 га составляют 28 млн т. При рациональной эксплуатации карьера этих залежей хватит на 50–60 лет. В настоящее время на территории карьера производится доразведка залежей гипсового камня. Таким образом, Бесленеевское месторождение гипса можно отнести к месторождению со значительными запасами.

В планах компании строительство завода по производству гипсовых вяжущих. Предполагаемые

инвестиции в данный проект могут составить более 800 млн р. Реализация данного проекта позволит создать дополнительно до 100 рабочих мест в Мостовском районе, Краснодарского края.

В настоящее время УК «РОСИЗВЕСТЬ» реализует камень гипсовый (ГОСТ 4013-82) для производства вяжущих материалов. Естественная влажность камня 0,04–0,24%, кристаллически связанная вода 18,31–19,52 %, чистота камня 87,5–98,2%.

Информацию о предприятии и выпускаемой продукции можно найти на сайте **www.rosizvest.ru**

По вопросам приобретения гипсового камня обращайтесь:

УК «РОСИЗВЕСТЬ»

Тел./факс: (473) 239-90-71, 239-90-72, 239-90-73 e-mail: rosizvest@rosizvest.ru

4–7 сентября
АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН, КЦДС "АТАКЕНТ"

KazBuild

19-я КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА "СТРОИТЕЛЬСТВО"

 СТРОИТЕЛЬСТВО
ИНТЕРЬЕР

 КЕРАМИКА И КАМЕНЬ
ОКНА, ДВЕРИ И ФАСАДЫ

Для дополнительной информации посетите
официальный сайт выставки: www.kazbuild.kz



Iteca (Алматы) -
Алматы, Казахстан, 050057, ул.Тимирязева, 42, 2 этаж,
Тел.: +7 727 258 34 34; Факс: +7 727 258 34 44; E-mail: build@iteca.kz

параллельно пройдет выставка



5-я Юбилейная Международная Выставка
Систем Отопления и Вентиляции, Кондиционирования,
Водоснабжения, Сантехники и Бассейнов

Х. ВЕТЕГРОВЕ, дипломированный инженер, руководитель отдела гипсовых технологий компании Claudius Peters Projects GmbH (Германия)

Улучшение качества гипсового вяжущего на основе технологии SmartGyp Process компании Claudius Peters

В промышленности используются различные технологии кальцинации (обжига) для преобразования двухводного гипса (гипсового сырья) в гипсовый полуангидрат. В большинстве случаев передача энергии, необходимой для проведения эндотермической реакции дегидратации гипса, происходит при относительно сухих условиях, атмосферном или близком к атмосферному давлении и температуре 120–180°C. Получаемый гипсовый полуангидрат β -модификации является основой для наиболее массово производимых строительных материалов на основе гипса (гипсокартонные листы, гипсовые блоки или штукатурные смеси).

В другой группе технологий применяется влажный способ передачи энергии для кальцинации – при высоком давлении водяного пара и частом использовании автоклавного способа с периодическим режимом работы. Произведенный таким образом полуангидрат α -модификации состоит из хорошо сформировавшихся, компактных и относительно крупных первичных кристаллов, которые придают продукту увеличенные сроки схватывания, сниженное водопотребление и повышенную прочность производимого из него материала. Вследствие высоких инвестиционных и эксплуатационных затрат использование α -полуангидрата ограничивается областями, где прочность продукта является ключевым требованием к качеству, например для формовочного гипса.

Дальнейшая обработка β -полуангидрата с помощью гомогенизатора – это экономически эффективный способ улучшения качества строительного гипса. Новое поколение гомогенизаторов Claudius Peters с технологией SmartGyp Process также открывает возможность крупномасштабного эффективного производства высокопрочного гипса и строительных материалов на его основе.

Кальцинация гипса

Для кальцинации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ применяются различные технологии, и выбор в пользу той или иной технологии может быть сделан в зависимо-

сти от условий производства, таких как тип сырьевого материала, имеющейся энергии, производительности установки, степени автоматизации, требования технического обслуживания и других факторов [1]. В результате применения этих технологий происходит получение $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ с набором строительно-технических свойств, которые могут отличаться в зависимости от технологии производства (табл. 1). Из-за морфологических различий водопотребление слоистых, с зазубринами, чешуйчатых вторичных кристаллов $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ выше, а прочность продукта ниже по сравнению с компактными и относительно крупными первичными кристаллами $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Существует прямая взаимосвязь (рис. 1) между водопотреблением и удельной поверхностью гипсового вяжущего [2]. Сниженная удельная поверхность гипсового вяжущего указывает на компактную кристал-

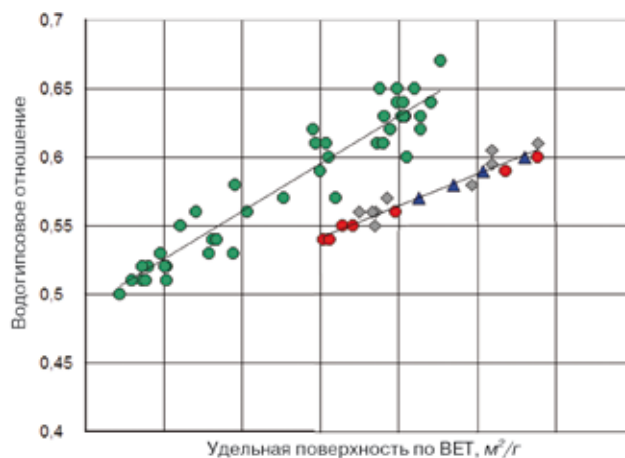


Рис. 1. Зависимость водогипсового отношения от удельной поверхности по BET для синтетического гипса: $\diamond$ – гипс I, произведенный по непрерывной технологии; $\bullet$ – гипс I, произведенный по периодической технологии I; $\blacktriangle$ – гипс I, произведенный по периодической технологии II; $\bullet$ – гипс II, произведенный по периодической технологии

Таблица 1

Свойства	Единицы измерения	$\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	$\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$
Кристаллическая структура		Растрескавшиеся вторичные кристаллы	Плотные первичные кристаллы
Удельная поверхность по BET	м ² /г	~ 9-12	~ 4,5
Плотность материала	кг/м ³	~ 2619	2757
Водогипсовое отношение		0,65-0,75	~ 0,4
Прочность на растяжение при изгибе	Н/мм ²	~ 5	~ 12
Прочность при сжатии	Н/мм ²	~ 11	~ 45
Начало схватывания	мин	4–10	~ 10
Теплота гидратации	кДж/ кг	111,9	99,7
Растворимость в воде при 20°C	г/кг	8,8	6,7

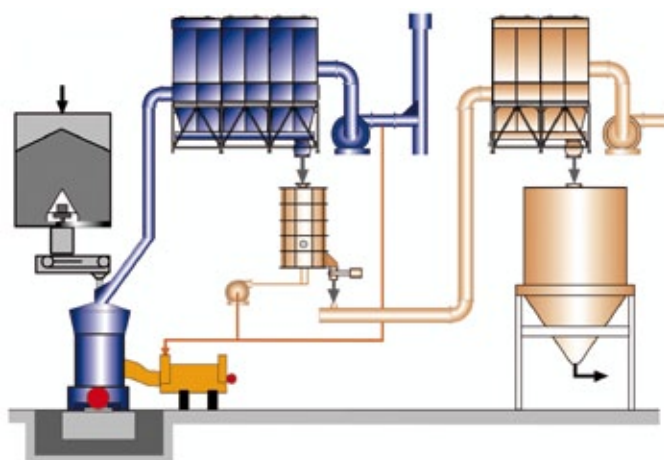


Рис. 2. Система кальцинации гипса на основе мельницы Claudius Peters с встроенным гомогенизатором и системой пневматического всасывающего охладителя

лическую структуру, как в $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, которая обеспечивает снижение водопотребления гипса. Снижение водопотребления, в свою очередь, приводит к повышенной прочности при сжатии и изгибе.

Старение

Свежекальцинированный $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ изменяет характеристики при продолжительном хранении или перевалке. Этот эффект известен как естественное старение и основан на взаимодействии гипса с влагой окружающей среды. Кальцинированный гипс после технологического процесса не является чистым гипсовым полугидратом, он также включает безводный гипс, главным образом в форме АП (растворимый ангидрит), а также некальцинированный гипс, который остается в форме гипсового дигидрата. Присутствие влаги делает возможным обратное преобразование ангидрита в полугидрат, а при достаточной влажности и времени контакта – даже назад в дигидрат. Это обратное преобразование происходит преимущественно у трещин и пор разрушенного полугидрата, приводя к покрытию и заполнению этих пустот. Удельная поверхность по ВЕТ снижается, в результате чего также изменяются другие характеристики продукта. В природном старении этот процесс может занимать часы или даже сутки с трудно-прогнозируемыми параметрами качества продукта. По этой причине во многих случаях для дальнейших технологических процессов производители предпочитают работать непосредственно со свежекальцинированным гипсовым вяжущим.

Как сделать хороший строительный гипс еще лучше

В процессах искусственного старения описанные выше эффекты могут стимулироваться и иметь контролируемую длительность, для того чтобы стабилизиро-

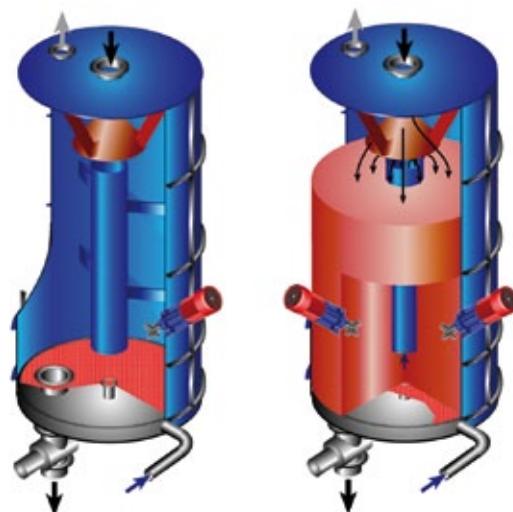


Рис. 3. Гомогенизатор Claudius Peters

вать продукт и воспользоваться преимуществами старения, например сниженной поверхностью по ВЕТ и впоследствии сниженным водопотреблением и повышенной прочностью продукта.

Параметры, влияющие на процесс искусственного старения:

- количество и тип влаги (пар, вода);
- температура обработки;
- давление обработки;
- время обработки;
- вспомогательные добавки.

Для процесса управляемого искусственного старения необходимо найти оптимальный баланс между параметрами пара, воды, температуры и давления обработки. Поскольку эффект старения базируется на реакции кальцинированного гипса с водой, ее повышенное содержание, переносимое к полостям и трещинам, будет усиливать этот эффект. Однако в то время, как с одной стороны, большее количество воды будет стимулировать старение, с другой – слишком большое количество воды может приводить к увеличению количества двуводного гипса, в свою очередь влияющему на другие характеристики продукта, такие как сроки схватывания гипсового теста.

Повышенное рабочее давление будет способствовать процессу старения, влияя на интенсивность и время обработки, так как давление водяного пара в гомогенизаторе позволяет улучшить адсорбцию и конденсацию воды в трещинах и пустотах.

Увеличение времени обработки будет способствовать процессу старения, т. е. преобразованию вовлеченных гипсовых фаз.

Добавки также могут влиять на технологический процесс, но не будут рассматриваться в этой статье.

Также форма кристаллов может значительно влиять на реологию гипсового теста и на такие его характери-

Таблица 2

Свойства	Единицы измерения	Перед гомогенизатором	После стандартного гомогенизатора	После гомогенизатора под давлением
Удельная поверхность по ВЕТ	м ² /г	~ 9–12	~ 7	~ 4
Водогипсовое отношение		0,65–0,75	~ 0,6	~ 0,54
Прочность при сжатии	Н/мм ²	~ 11	~ 16	~ 32
Содержание связанной воды	%	5,5–6,2	~ 6,2	~ 6,4
Содержание растворимого ангидрита	%	5–10	~ 1	Ниже порога обнаружения

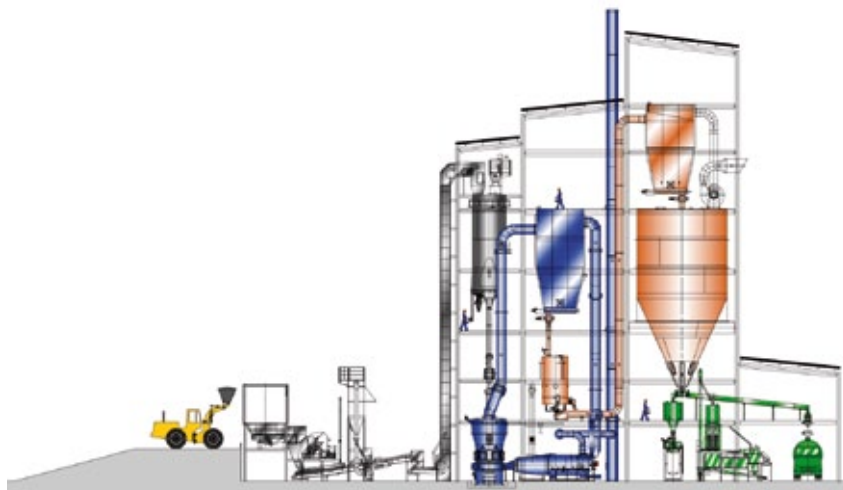


Рис. 4. Система кальцинации гипса с встроенным гомогенизатором и системой пневматического всасывающего охладителя на предприятии GIPS AD (Видин, Болгария)



Рис. 5. Гомогенизатор на предприятии GIPS AD (Видин, Болгария), производительность 14 т/ч

стики, как водопотребление. Это характерно для игольчатого типа кристаллов, встречающегося в фосфогипсе. Механическое разрушение такой кристаллической формы снижает водопотребление [3].

Управление вышеприведенными параметрами оптимизирует качество, т. е. требуемые характеристики строительного гипса, позволяя производить стабилизированный строительный гипс со значительным снижением водопотребления и высокой прочностью, полностью соответствующий по качеству $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.

Технология SmartGyp Process

Развивая концепцию искусственного старения, компания Claudius Peters разработала технологию, позволяющую улучшить следующие параметры при производстве гипса:

- гомогенизацию качества продукта;
- стабилизацию продукта;
- снижение водопотребления;
- снижение стоимости производства;
- увеличение прочности продукта.

Ключевым компонентом в этом процессе является гомогенизатор Claudius Peters. Гомогенизатор поставляется в стандартной модификации (без давления) и в специальной модификации с повышенным давлением. На рис. 2 показана технология SmartGyp Process, в которую гомогенизатор включен в систему кальцинации на основе мельницы Claudius Peters. Свежекальцинированный гипс поступает в непрерывном режиме из фильтра кальцинации при температуре кальцинации и вводится в гомогенизатор. С той же производительностью обработанный гипс выгружается из гомогенизатора, в данном случае к последующему процессу охлаждения. Уровень гипса в гомогенизаторе обеспечивает обработку гипса в течение определенного времени. Вода может подаваться в гомогенизатор в виде влаги с газами технологического процесса из установки кальцинации, а также в виде пара и/или при непосредственном распылении непосредственно в гомогенизаторе.

В стандартном гомогенизаторе введенные газы обеспыливаются фильтром технологического процесса, для находящегося под давлением гомогенизатора клапан управления давлением будет контролировать требуемое давление и отводить избыточное количество газа в фильтр.

Гомогенизатор представляет собой вертикальный реактор, днище которого оснащается тканью, способствующей равномерному распределению газа псевдоожижения (рис. 3). Благодаря псевдоожиженному со-

стоянию гипс может легко перемещаться в реакторе и интенсивно контактировать с привнесенной влагой. Кроме того, центральная вертикальная труба реактора получает дополнительное количество воздуха, что позволяет транспортировать гипс от днища к верхней секции гомогенизатора, интенсифицируя смешивание и гомогенизацию продукта.

Как было описано выше, давление может значительно влиять на характеристики продукта. При использовании гомогенизатора под давлением в технологии SmartGyp Process максимально улучшается продукт на основе непрерывного процесса с управляемыми условиями старения:

- уровень материала в гомогенизаторе под давлением определяет время обработки;
- клапан управления давления регулирует давление;
- регулировка смеси пара, газа технологического процесса и воды позволяет контролировать температуру процесса, а также количество и параметры влаги.

Показанное на рис. 2 включение технологии SmartGyp Process в систему кальцинации возможно для большинства систем кальцинации, как для новых установок, так и для улучшения существующих.

Применение и преимущества

Обеспечение стабильно высокого качества строительного гипса очень важно, но при колебаниях качества сырьевого гипса и/или различиях в настройках кальцинатора такую стабильность трудно обеспечить.



Рис. 6. Гипсовый завод GIPS AD (Видин, Болгария)

Технология SmartGyp Process выравнивает колебания параметров благодаря смешиванию, гомогенизации и старению строительного гипса. Нестабильные фазы сокращаются, и природное старение в продукте приостанавливается. Такая стабилизация обеспечивает надежный продукт с высокими показателями качества гипса.

В табл. 2 приведены характеристики гипсового вяжущего, полученного с применением технологии SmartGyp Process. В гомогенизаторе под давлением получается гипс с настолько высокой прочностью, что его можно применять в производстве формовочного материала, где традиционно используется более дорогой автоклавный α -полугидрат.

Описанные выше улучшения являются также полезными для производства гипсокартонных листов или блоков. Равномерное качество гипсового вяжущего является большим преимуществом для процесса формования качественных листов. Снижение водопотребления при сохранении консистенции теста позволяет сэкономить как на объеме потребляемой воды, так и на затратах на сушку листов, при которой избыточная вода должна быть удалена из изделия. Снижение водопотребления на 6–10% у станции формования может привести к экономии тепла на 8–12% для сушки листов. Схожие преимущества наблюдаются при производстве гипсовых блоков и других конечных продуктов.

Гомогенизатор может быть установлен в большинстве систем кальцинации и практически с любой производительностью в диапазоне 0,5–100 т/ч.

На рис. 4–6 показано новое производство строительного гипса компании Gips AD около г. Видин в Болгарии. Данная концепция установки, использующая только технику Claudius Peters, является примером работающе-

го гомогенизатора в промышленности. Установка спроектирована для получения строительного гипса производительностью 14 т/ч. В этой установке гомогенизатор полностью использует влагу и теплоту, поступающую с процесса кальцинации. Охлаждение строительного гипса выполняется системой пневматического всасывающего охладителя, одновременно транспортирующего строительный гипс в силос хранения. С помощью двухштуцерного рядного упаковщика Claudius Peters и укладчика на поддоны продукт готовится к отгрузке в традиционных клапанных мешках. Альтернативой является отгрузка в биг-беги или навалом.

Обработка гипса после кальцинации является ключевым усовершенствованием процесса. Увеличение стоимости топлива наряду с возрастанием конкуренции на рынке предъявляет новые требования к эффективности производства и получаемому качеству гипса. Технология SmartGyp Process не только позволяет сберечь энергию, но и дает возможность увеличения ассортимента продукции. Стабильная продукция с необходимыми для потребителя параметрами – это важная предпосылка для увеличения продаж.

Список литературы

1. Brosig A. Calcining System Choice // Global Gypsum Magazine. April 2003. Pp. 24–28.
2. Hilgraf P.: Quality improvement of β -plasters // Cement Kalk Gyps (ZKG). 2011. № 6. pp 38–50.
3. Бетегрове Х. Гомогенизатор Claudius Peters – гипсовая технология для снижения затрат и повышения качества // Строительные материалы. 2010. № 7. С. 2–4

Claudius Peters Projects GmbH
 Schanzenstrasse, 40
 D-21614 Buxtehude, Germany
 Tel.: +49-4161-7060

Представительство в РФ и СНГ
 117105 Москва, Варшавское ш., 37 А
 Тел./факс: (495) 781-62-16
 E-mail: walter.telle@claudiuspeters.ru

14-я специализированная выставка

ОСМ

2013

30 января – 2 февраля

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.osmexpo.ru









Организатор:

ЕВРОЭКСПО

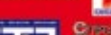
Тел.: +7 (495) 925 65 61/62

E-mail: osm@osmexpo.ru

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР: 

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР:  

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР: 

ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ:   

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:

VI Международная научно-практическая конференция
**Развитие производства
силикатного кирпича
в России**

СИЛИКАТЭКС

**10–11 октября
2012 г.**

Краснодар



Тематика конференции:

- Технологии и оборудование для производства силикатного кирпича
- Сырьевые материалы, подготовка, оптимизация составов
- Зарубежный опыт производства и применения
- Новые виды силикатных материалов, использование в строительстве
- Диверсификация заводов
- Нормативная база отрасли



Участники конференции посетят ОАО «Силикат» в г. Гулькевичи Краснодарского края

Организатор конференции: журнал «Строительные материалы»®:

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®**

Генеральный спонсор:



Спонсоры конференции:



Оргкомитет:

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

Телефон/факс: (499) 976-22-08, 976-20-36, (916) 123-98-29

silikatex@bk.ru mail@rifsm.ru www.silikatex.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3,
редакция журнала «Строительные материалы»®

Ю.Г. МЕЩЕРЯКОВ, д-р техн. наук, С.В. ФЕДОРОВ, канд. техн. наук,
ОАО «Атомэнергопром» (Санкт-Петербург); Ю.М. ТИХОНОВ, д-р техн. наук,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

О межгосударственных стандартах на сухие строительные смеси на гипсовом вяжущем

В 2008–2010 гг. коллективом авторов, сотрудников Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета подготовлено четыре межгосударственных стандарта на сухие смеси на гипсовом вяжущем.

1. ГОСТ 31377 «Смеси сухие строительные штукатурные на гипсовом вяжущем».
2. ГОСТ 31386 «Смеси сухие строительные клеевые на гипсовом вяжущем».
3. ГОСТ 31387 «Смеси сухие строительные шпатлевочные на гипсовом вяжущем».
4. Единый стандарт на методы испытаний сухих смесей трех названных выше типов — ГОСТ 31376 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний».

Сухие строительные смеси на гипсовом вяжущем широко применяются в Российской Федерации, но стандарты на них отсутствовали. Одним из основных производителей сухих смесей в России является фирма КНАУФ (Германия), поэтому разработка стандартов и необходимые исследовательские работы финансировались этой фирмой.

При подготовке проектов стандартов авторы учитывали необходимость и целесообразность их гармонизации с соответствующими европейскими нормами (EN), например EN 13279-2:2004, на методы испытаний. Дело в том, что полный переход на европейские нормы влечет за собой необходимость единовременного переоснащения всех лабораторий и испытательных центров РФ, переподготовку и аттестацию специалистов и, как следствие, большие финансовые и трудовые затраты. Поэтому некоторые методики — определение водопотребности, скорости процессов схватывания, прочности и другие, введенные в разработанный стандарт, соответствуют методикам EN 13279.

Разработка стандартов велась в течение двух лет по методикам, принятым в Российской Федерации и проверенным многолетней практикой, со сбором и анализом замечаний заинтересованных организаций и специалистов и неоднократным обсуждением и корректировкой на заседаниях технического комитета по стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РОССТАНДАРТ (ТК 465 «Строительство»).

В журнале «Строительные материалы» №1–2012 опубликована статья А.А. Федулова, в которой автор приводит несколько критических замечаний по редакции и содержанию названных выше стандартов и на этом основании предлагает переработать стандарты на сухие смеси на гипсовом вяжущем. Стандарты на сухие смеси разработаны впервые в России, и их критическое обсуждение в печати является необходимым и полезным при условии, если замечания обоснованы. По-

этому авторы считают необходимым привести свои доказательства в защиту разработанных стандартов.

Для удобства читателей журнала целесообразно привести обсуждение в режиме «вопрос—ответ» с сохранением очередности вопросов в статье А.А. Федулова.

Вопрос № 1. Вяжущие вещества

В ГОСТах на сухие строительные смеси на цементном вяжущем ограничен круг этих вяжущих, а на гипсовом нет. Какое гипсовое вяжущее имели в виду авторы? Их в природе существует четыре вида: α - и β -модификации полугидрата сульфата кальция (α - и β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$); ангидритовое вяжущее (CaSO_4) и эстрих-гипс (CaSO_4).

Ответ. При разработке ГОСТов авторы обязаны пользоваться стандартными определениями, классификациями и терминами. На территории Российской Федерации до настоящего времени действует ГОСТ 125. По нему гипсовые вяжущие подразделяются на марки по прочности и типы по тонкости помола и скорости процессов схватывания. При разработке стандарта авторы обязаны пользоваться стандартной терминологией. Гипсовое вяжущее — технический продукт, соответствующий требованиям ГОСТ 125 и состоящий преимущественно из полуводного сульфата кальция. Полиморфизм полуводного сульфата кальция, а также существование α - и β -форм полугидрата до настоящего времени являются предметом дискуссии в научной и технической литературе. Использование этих терминов в межгосударственном стандарте не имеет оснований. Ангидритовые вяжущие — ангидритовый цемент и эстрих-гипс, состоящие из CaSO_4 , к гипсовым не относятся. Стандарт на эти вяжущие отсутствует, их свойства регламентирует СНиП I-B.2—69.

Считаем необходимым отметить, что гипсовые вяжущие получают путем термической обработки гипсового камня, а использование формулировки «существуют в природе» не корректно.

Вопрос № 2. Термины и определения

Состоит из двух частей:

2.1. При определении сухих строительных смесей разработчики дают ссылку на ГОСТ 31189-2003 «Смеси сухие строительные. Классификация». Но это определение довольно краткое и неполное. Поэтому предлагается более полное определение.

Ответ. Межгосударственный стандарт ГОСТ 1.5—2001 «Общие требования к построению, положению, оформлению, содержанию и обозначению», раздел 3.9 «Термины и определения» пункт 3.9.4 «Определение должно быть оптимально кратким и состоять из одного предложения». Использование «более полного определения» в стандартах недопустимо. Развернутые опреде-

ления даются в учебниках и справочной литературе. ГОСТ 31189—2003 «Смеси сухие строительные. Классификация» действует на территории Российской Федерации с 2003 г. по настоящее время. Разработчики последующих стандартов обязаны руководствоваться этим ГОСТом. Существующая процедура разработки нормативных документов в Российской Федерации предусматривает возможность внесения изменений и дополнений в ГОСТы (межгосударственный стандарт ГОСТ 1.2—2009 «Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»).

2.2. Разработчиками также предлагаются и используются такие определения, как «смесь, готовая для применения». Под этим подразумевается строительная растворная смесь, а «затвердевшая смесь» — это, оказывается, строительный раствор. А как быть с определениями, которые даются в учебниках по строительным материалам и бетонам?

Ответ. Стандарт — это нормативный документ, который разрабатывается по методикам Росстандарта и подразделяется на несколько разделов. Он, в частности, содержит раздел «Область применения», где приведены основные признаки и область применения материала.

От производителя и до строительства сухая смесь проходит три этапа и может находиться в трех состояниях. На каждом этапе смесь обладает определенным набором технических свойств и должна соответствовать требованиям стандарта. В соответствии с этим в стандарте технические требования к смеси разделены на три группы:

- смесь по окончании процессов ее производства — смесь в сухом состоянии;
- смесь после затворения водой — готовая для применения;
- затвердевшая смесь.

Авторами разработан Межгосударственный стандарт ГОСТ 31376 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний». Он содержит методики испытаний смесей трех типов — растворных, шпатлевочных и клеевых, а не только растворных, как отмечено в статье А.А. Федулова. Термин «под подразумевается» в ГОСТе не используется.

Вопрос 3.1. Методы испытаний

Определить влажность смеси до 0,1% невозможно, так как погрешность при взвешивании составляет 0,1 г, или 1%.

Ответ. В описании методики определения влажности допущена техническая ошибка: при отборе пробы следует взять не 10 г, а 100 г смеси. При определении влажности разрешается применение приборов-анализаторов. В этом случае погрешность измерения прибора не должна превышать 0,1%.

Вопрос 3.2

Влажность сухой смеси является важным показателем, максимальную величину которого разработчики определили для штукатурных, шпаклевочных и клеевых смесей в 0,3%. Но всегда ли это выполнимо? Так же как и требования к складским помещениям, в которых относительная влажность воздуха не должна превышать 60%. Этого можно достигнуть только на складах-эксикаторах. Но на заводах и стройках этого добиться невозможно.

Ответ. Влажность сухих смесей не должна превышать 0,3%. Этот показатель неоднократно обсуждался на заседаниях ТК 465. Возможность соответствия этому требованию не вызывает сомнений: авторами проводились соответствующие многолетние исследования (Ю.Г. Мещеряков, С.В. Федоров. Промышленная переработка фосфогипса. СПб.: Стройиздат, 2007. 103 с.).

Вода в сухих смесях на гипсовых вяжущих может находиться в трех состояниях: свободная (несвязанная), физически связанная и химически связанная (в кристаллической структуре сульфатов). При определении влажности по стандартной методике испаряется свободная и физически связанная вода. Изменение общего содержания воды сухой смеси при ее хранении в течение нормативного периода времени (до 6 мес) обусловлено хемосорбцией — превращением метастабильных обезвоженных сульфатов кальция (полугидрата и ангидрита) в гипс. По этой причине влажность смеси, т. е. содержание в ней физически связанной воды, при хранении изменяется незначительно. Образование гипса за счет хемосорбции может привести к повышению водопотребности смеси, ускорению процессов схватывания и снижению прочности искусственного камня. Поэтому продолжительность хранения смеси регламентируется стандартом.

Для того чтобы исключить сорбцию водяного пара из воздуха, необходимо применять герметичную упаковку, например полиэтиленовую пленку. В любом случае следует исключить увлажнение смеси при хранении. Поэтому стандарт определяет условия хранения — сухое крытое помещение и относительная влажность воздуха не выше 60%. В литературе этот режим хранения называют воздушно-сухим.

Вопрос 3.3

В ГОСТе указано, что «диаметр распыла смеси для литых (текучих) смесей должен составлять 150–210 мм, а для пластичных — 165±5 мм». Но диаметр распыла пластичных смесей входит в диапазон литых. Возникает вопрос: в чем отличие и как его найти?

Ответ. По ГОСТ 31376 определяется стандартная подвижность смесей, затворенных водой. Цель — определение стандартного водотвердого отношения, от которого зависят технические свойства смеси, регламентируемые стандартом. Этот показатель должен соответствовать условиям производства работ, однако на практике подвижность и В/Т можно изменять. Подвижность сухих смесей на гипсовом вяжущем по ГОСТ 31376 определяется по двум различным методикам:

- подвижность текучих смесей — по величине пластической деформации образца в поле силы тяжести;
- подвижность пластичных смесей — по величине пластической деформации образца на встряхивающем столике после 15 встряхиваний.

Приведенное в статье А.А. Федулова сопоставление результатов определений подвижности смесей, полученных по разным методикам, некорректно.

Обе методики соответствуют аналогичным разделам EN 13279.

В связи с введением в действие вышеперечисленных межгосударственных стандартов в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете, на кафедре «Строительные материалы и технологии» при финансовой поддержке фирмы КНАУФ организована лаборатория сухих гипсовых смесей. С 2010 г. в учебный процесс успешно внедрена лабораторная работа по испытанию сухих гипсовых смесей.

В заключение считаем необходимым выразить благодарность редакции журнала «Строительные материалы» за организацию широкого обсуждения в открытой печати актуальных проблем разработки ГОСТов Российской Федерации и А.А. Федулову за высказанные критические замечания. Однако полагаем, что приведенные в статье замечания не могут являться основанием для полного пересмотра рассматриваемых стандартов. Изменения и дополнения возможны и предусмотрены существующей в России системой разработки нормативных документов.



ЗАО «Самарский гипсовый комбинат»

лидер российского рынка
высокопрочных гипсовых вяжущих



FORMAN

ЗАО «Самарский гипсовый комбинат» является безусловным лидером российского рынка высокопрочных сепарированных гипсовых вяжущих (α -гипсы). Объем продаж составляет около 77%. Ключевым продуктом в ассортиментной линейке СГК является ГВВС-16. Мы готовы обеспечивать наших партнеров высокопрочным гипсом ГВВС-13 и специальным формовочным гипсом, разработанным для технологии многократного литья санитарно-технических изделий.

Продукция, производимая Самарским гипсовым комбинатом, отличается высокой степенью белизны, тониной помола и стабильными прочностными характеристиками, что позволяет нашим партнерам выпускать изделия высокого качества, не вызывающие нареканий у конечных потребителей.

Одна из важнейших сфер применения высокопрочных гипсовых вяжущих, изготавливаемых СГК, – производство наливных полов. В настоящее время потребители предъявляют высокие требования к качеству наливных полов. Клиенту нужен продукт, который будет обладать такими свойствами, как: хорошая растекаемость; способность «ловить» горизонт без трудоемкого выравнивания нанесенного слоя; короткие сроки твердения для обеспечения технологических проходов; отсутствие усадки и растрескивания; необходимая итоговая прочность слоя. Изготовление смеси с такими характеристиками исключительно на цементном вяжущем сопряжено с высокими затратами на

специальное вяжущее и «химию» и, как следствие, влечет за собой удорожание продукта для покупателя. Применение в рецептуре высокопрочных гипсов в качестве приоритетного вяжущего либо как компонента комплексного минерального вяжущего позволяет гарантированно получить смесь, отвечающую потребностям рынка, при этом с более привлекательной ценой.

Еще одним достоинством гипса является его экологичность. Все больше потребителей обращают внимание на





этот параметр, и компания, желающая преуспеть на рынке, должна учитывать данный факт.

Новый тренд в производстве сухих строительных смесей – попытка использовать при производстве наливных полов строительный гипс (β-гипс). Логика проста: «Давайте закупать более дешевое вяжущее, а свойства продукта мы откорректируем модифицирующими добавками». Но не все так просто, как кажется на первый взгляд. В силу различия внутренней структуры высокопрочный гипс отличается от строительного большей текучестью и более низкой водопотребностью. Процент ввода гипсового вяжущего для α- и β-гипсов существенно отличается: для производства пола на основе высокопрочного гипса вяжущее и наполнитель смешивают в пропорции 30/70, а для строительного гипса это соотношение составляет 80/20. В большинстве случаев наполнитель существенно дешевле, чем вяжущее, поэтому минеральная составляющая рецептуры на высокопрочном гипсе получается ненамного дороже. А поскольку в рецептуру на β-гипсе требуется ввести гораздо большее количество пластификаторов, обеспечивающих растекаемость, итоговая себестоимость рецептуры на «дешевом» строительном гипсе оказывается существенно выше. Не следует забывать о прочности – немаловажном факторе, зачастую влияющем на выбор потребителя.

Применение ГВВС при производстве строительных смесей не ограничивается наливными полами. Его используют при изготовлении составов для оштукатуривания, шпатлевания и монтажа гипсовых строительных элементов.

Применение α-гипсов в производстве шпатлевок обусловлено высокой белизной вяжущего и тониной помола. Оба эти показателя имеют ключевое значение, так как напрямую отражаются на свойствах смеси. Шпатлевка на тонкомолотом гипсе наносится гладким слоем, без полос, что сокращает затраты на повторное выравнивание.

Введение в рецептуру штукатурок высокопрочного гипса в комплексе со строительным позволяет повысить пластичность смеси при нанесении и прочность затвердевшего слоя. Кроме того, при последующей обработке такая штукатурка выделяет больше гипсового «молочка», чем произведенная исключительно на β-гипсе. Наше предприятие освоило производство штукатурной смеси на комбинированном вяжущем, состоящем из α- и β-гипсов. Полученный продукт отличается улучшенными потребительскими свойствами и продолжает завоевывать признание у покупателей.

Перспективной товарной группой, для производства которой целесообразно применять высокопрочные гипсы, являются монтажные смеси для гипсокартона и пазогребневых плит. Производство этих материалов увеличивается



из года в год, соответственно растет потребность в монтажных смесях, пригодных для работы с ними. Как и в случае с наливными полами, при изготовлении монтажных смесей необходимо использовать именно высокопрочный гипс, так как помимо высокой прочности у него выше адгезия к основанию, что также влияет на прочность скрепления элементов. Тонина помола α-гипса позволяет применять монтажный клей в качестве шпатлевки для заделки швов и устранения мелких дефектов.

Традиционной сферой применения высокопрочного гипса является литье декоративных элементов интерьера и изготовления лепных украшений. Новая тенденция на рынке товаров для внутренней отделки – производство искусственного камня на основе высокопрочного гипса. Получаемый декоративный материал имитирует фактуру природного камня, обладает необходимыми прочностными характеристиками и при этом достаточно легкий, благодаря чему имеет широкую сферу применения при отделке помещений.

Являясь одним из лидеров отрасли производства гипсовых вяжущих, ЗАО «Самарский гипсовый комбинат» обеспечивает своих клиентов материалом нужного качества и количества в удобной и надежной упаковке в заданные сроки. Комбинат – предприятие непрерывного цикла, что позволяет всегда иметь в наличии продукцию, наиболее востребованную нашими партнерами. Отлаженные взаимоотношения комбината с компаниями-перевозчиками дают возможность оперативно и бесперебойно поставлять гипс потребителям.

Среди клиентов нашего предприятия:

- ведущие производители сухих строительных смесей (Старатели, Юнис, Боларс, Плитонит, ИВСИЛ Евро Трейд, ЕК Кемикал, Крепс, Бипрок, Делюкс, Баутек и др.);
- производители санитарно-технических и фарфоро-фаянсовых изделий (Самарский стройфарфор, Лобненский завод стройфарфора, Волгоградский керамический завод и др.);
- заводы по выпуску строительных материалов (пазогребневые плиты, гипсокартон, гипсовые блоки и т. д.);
- производители художественной керамики;
- предприятия металлургической и добывающей промышленности;
- строительные организации.

География поставок охватывает всю территорию России, а также Белоруссию, Прибалтику, Казахстан. Сотрудничество с Самарским гипсовым комбинатом позволяет нашим партнерам динамично развиваться и быть уверенными в завтрашнем дне.

С условиями сотрудничества можно ознакомиться в отделе продаж гипсовой продукции.

Тел.: (846) 955-14-22

www.samaragips.ru

Системный подход к сравнительной оценке смесей для наливных полов

Современное строительство жилья, включая малоэтажное, предполагает использование новых технологий, эффективных конструкций и стройматериалов, в том числе гипсовых, улучшающих комфортность жилья.

На строительном рынке имеется множество разнообразных сухих смесей наливных полов (СНП) отечественного производства, обладающих набором изменяющихся в широком интервале (табл. 1) взаимосвязанных физико-механических свойств, что характерно для сложных систем.

Было отобрано десять самых распространенных смесей и испытано (табл. 2). Для того чтобы статья не носила рекламный характер, названия наливных полов пронумерованы.

Очевидно, что обоснованный выбор (предпочтение) и направленный поиск в процессе создания любого нового материала не должен осуществляться по его частным свойствам и отдельным показателям [1]. Здесь необходим системный подход, правомерный для сложных (нетривиальных) систем, технологий или объектов, по выбранному комплексу основных целевых, потребительских, эксплуатационных и других показателей.

Недостаточная обоснованность, ограниченная системность, иногда необъективность выбора материала при недостатке информации существенно сказываются на качестве отделки зданий. Поиск и выбор оптимальных материалов для определенных целей будет эффективным лишь в случае системного подхода с использованием комплексного (векторного) критерия, включающего все основные показатели.

Трудность такого подхода связана также с необходимостью количественной оценки важности значимости идентификации для потребителя материалов. Подобные трудности можно преодолеть с помощью коллективной экспертизы. Метод эвристического (экспертного) моделирования, пригодный для решения рассматриваемой системной задачи, предложен ранее в работе [2].

В качестве факторов в этом эксперименте выступают свойства ($k=11$) СНП (табл. 1).

Для оценки уровней значимости отдельных свойств материалов были отобраны независимые эксперты ($m=18$), которые анонимно заполняли анкеты с вопросами закрытого, т. е. сформулированного заранее, типа. Эксперты при этом ранжировали частные свойства по

Таблица 1

Свойство (показатель)	Размерность	Направление совершенствования	Диапазон изменения	Условный базовый уровень, x_i
Цена смеси	р./кг	–	8,84–23	13,02
Растекаемость, Vicat	см	+	19,5–27,6	23,69
Потеря подвижности суспензии	мм/мин	–	0,2–2,4	1,26
Плотность суспензии	кг/м ³	–	1840–2140	1985
Сроки начала схватывания	мин	+	75–200	128
Расход смеси при толщине 10 мм	кг/м ²	–	14–18	15,87
Влажность	%	–	2,2–8	4,68
Прочность при сжатии в возрасте 1 сут	МПа	+	3,8–22,5	10,65
Прочность при сжатии в возрасте 7 сут	МПа	+	4,8–23,7	12,89
Прочность при сжатии в возрасте 28 сут	МПа	+	12,3–35,4	22,19
Линейное расширение через 72 ч	мм/м	–	0,17–2,03	0,58

Таблица 2

Свойство СНП	Номер эксперта (l)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Цена смеси	7	6	8	1	9	11	5	10	7	7	10	4	9	11	10	1	8	9
Растекаемость, Vicat	8	10	7	6	6	2	11	4	9	6	9	8	8	9	8	7	11	7
Потеря подвижности суспензии	10	11	10	9	8	7	10	2	8	2	7	10	6	8	1	9	7	8
Плотность суспензии	1	1	2	5	4	4	1	3	11	1	11	2	2	3	2	4	3	3
Сроки начала схватывания	9	7	9	10	5	6	7	8	6	8	8	9	7	6	6	8	9	10
Расход смеси при толщине 10 мм	4	5	3	4	3	5	6	5	2	11	4	3	4	4	3	3	2	2
Влажность через 7 сут	3	2	1	2	1	3	4	1	3	3	3	1	1	2	11	2	1	1
Прочность при сжатии в возрасте 1 сут	6	8	5	7	11	8	8	7	1	5	6	7	10	5	5	10	5	4
Прочность при сжатии в возрасте 7 сут	2	4	11	8	10	9	3	6	5	9	5	6	5	7	9	6	6	6
Прочность при сжатии в возрасте 28 сут	11	9	6	11	7	10	9	9	10	10	1	11	11	10	7	11	10	11
Линейное расширение через 72 ч	5	3	4	3	2	1	2	11	4	4	2	5	3	1	4	5	4	5

Таблица 3

СНП	Свойства СНП, x_j										
	Цена смеси, р/кг	Растекаемость, Vicat, см	Потеря подвижности суспензии, мм/мин	Плотность суспензии, кг/м ³	Сроки начала схватывания, мин	Расход смеси при толщине 10 мм, кг/м ²	Влажность в возрасте 7 сут, %	Прочность при сжатии в возрасте 1 сут, МПа	Прочность при сжатии в возрасте 7 сут, МПа	Прочность при сжатии в возрасте 28 сут, МПа	Линейное расширение через 72 ч, мм/м
1	15,04	23,7	1,2	1960	135	16	3	14,3	15,9	27,8	0,5
2	19,09	27,3	1,3	2020	120	17	2,2	14,1	14,7	26,1	0,76
3	8,84	24,7	0,3	1840	200	14	8	3,8	4,8	12,3	0,58
4	9,6	24	1,2	2100	90	17	2,8	8,7	9,8	17,9	0,34
5	12	19,5	1,1	2080	135	17	3,5	22,5	23,7	33,8	0,04
6	10,9	20,1	0,2	1920	200	15	6,7	9,8	9,7	17,4	1,08
7	11,2	22,4	2	1950	95	15	6,2	3,8	4,8	12,6	0,17
8	11,4	27,6	2,4	1840	75	14	7,5	5,8	9,1	17,3	0,17
9	9,13	24,1	1,9	2140	120	18	2,7	6,9	13,3	21,3	0,17
10	23	23,5	1	2000	110	16	4,2	16,8	23,1	35,4	2,03
Показатель значимости, a_j	-0,112	0,114	-0,112	-0,053	0,116	-0,061	-0,038	0,099	0,098	0,138	-0,057

важности практического применения по табл. 1 и упорядочивали их.

Результаты эвристического моделирования (ранжирования) каждого вектора свойств отделочных строительных материалов представлены в табл. 2.

Согласованность независимых мнений экспертов при ранжировании свойств материалов (табл. 2) оценивалась количественно с помощью коэффициента конкордации W и затем проверялась на значимость с достоверностью по критерию Пирсона χ^2 .

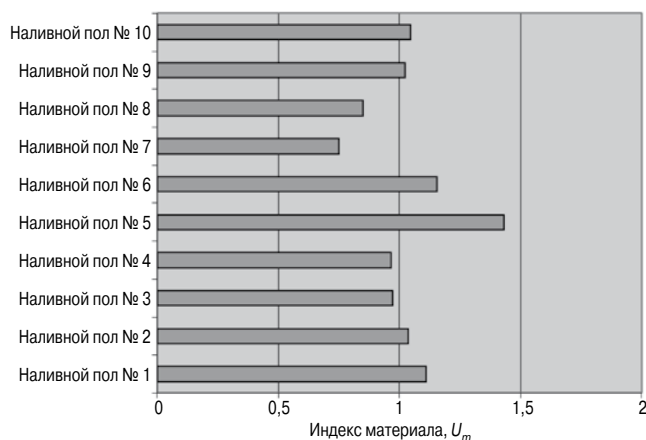
Установлено, что мнения экспертов согласованы ($W=0,634$) с уровнем значимости (ошибка первого рода) α не более 0,01 (1%), т. е. уровень доверия не менее 0,99.

Результатирующие нормированные к единице значения полученных баллов («веса») – показатели значимости a_j для выбранных основных свойств СНП приведены в табл. 3, как и уровень самих свойств конкретных сухих смесей наливных полов различных фирм-производителей.

Расчет показателей значимости a_j проводился по формуле:

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^m A_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k A_{ij}} = \frac{2 \sum_{i=1}^m A_{ij}}{mk(k+1)}, \quad (1)$$

где i – индекс эксперта; j – индекс свойства.



Индексы сравниваемых СНП

Как видно из табл. 3, показатели a_j находятся в диапазоне от -0,061 до 0,138.

Для интегральной оценки наливных полов по вектору их свойств, в соответствии с системным подходом предлагается использовать комплексный критерий в виде произведения степенных функций мультипликатора:

$$U_m = \prod_{j=1}^k d_j^{a_j}, \quad (2)$$

где $d_j = x_j/x_j^*$ – безразмерные значения свойств x_j материала; значения x_j^* определяется по табл. 1. Сравнение должно проводиться при одном и том же наборе a_j .

Окончательные результаты сравнительной оценки СНП по мультипликативному обобщенному критерию – индексу материала U_m представлены на рисунке.

Предложенный критерий обладает достаточной чувствительностью и разрешающей способностью для рассмотренных СНП, отношение его максимального значения к минимальному равно примерно 1,7.

Согласно приведенным результатам системного сравнительного исследования по совокупности их свойств сухие смеси № 5 и № 6 имеют существенное преимущество перед другими.

Полученные данные подтверждаются при экспериментальном тестировании сухих строительных смесей для полов, штукатурок и других изделий, и разработанный эвристический подход может быть взят за основу для принятия решений по выбору материалов в строительстве.

Индекс U_m позволяет с помощью методов активного, планового эксперимента находить оптимальные композиции материалов и технологий производства изделий из них.

Список литературы

1. Гонтарь Ю.В., Чалова А.И. Сухие гипсовые смеси строительного назначения // Сб. докладов семинара «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». Волгоград, 2008. С. 142.
2. Балоян Б.М., Кожевников В.В., Павлов О.А. Практика эвристического моделирования в экометрии // Вестник международного университета природы, общества и человека «Дубна». 2005. № 1. С. 76.

Х.-У. ХУММЕЛЬ, профессор, доктор естествознания, руководитель научно-исследовательского отдела и член правления, Г. КРЕМЕР, д-р техн. наук в отставке, руководитель технического центра по модернизации гипсокартонных изделий, компания Knauf Gips KG (Германия)

Технологии внутренней изоляции помещений на основе гипсокартонных плит

Одной из основных целей Европейского союза является реализация плана по энергосбережению. Согласно эталонной транзакции 1998 г. при строгом соблюдении этого плана потребление энергии к 2020 г. должно быть сокращено на 20%. При этом необходимо также сократить объемы эмиссии CO₂, для чего ведется упорный поиск наиболее приемлемых решений.

Все учтенные в странах Евросоюза здания потребляют почти 40% производимой энергии, а объемы CO₂ составляют около 36% общей эмиссии от результатов человеческой деятельности. Учетный строительный фонд находится в сфере общественных интересов, поэтому постоянно совершенствующиеся методы санации и реконструкции строительных объектов различного типа, а также выпуск новаторской энергосберегающей продукции направлены на взаимовыгодное удовлетворение технических требований последних лет.

Исторические архитектурные объекты учтенного строительного фонда государств-членов Евросоюза очень однородны. Большинство зданий было построено в 1949–1955 гг. и имеют довольно низкие теплоизоляционные характеристики. Причиной этого являются несовершенство и ветхость внешних стен и крыш, приводящие к большим тепловым потерям.

В последние годы для обеспечения необходимого уровня теплоизоляции все больше используются системы наружной теплоизоляции (WDV). Основой такой WDV-системы является применение теплоизоляционных материалов (пенополистирола, стекловолокнутой или минеральной ваты).

Теплоизоляционный материал может устанавливаться на фасадные панели под штукатурку, например на цементной основе, а также под другие виды наружной штукатурки и отдельные архитектурные элементы отделки фасадов зданий. При этом WDV-системы предназначены не только для теплоизоляции, но и для повышения противопожарной защиты, звукоизоляции и механической стабильности.

Иногда для фасадов зданий нельзя использовать WDV-системы. В основном это относится к историческим и архитектурным объектам, находящимся под охраной государства как памятники старины.

А есть ли альтернатива теплоизоляции подобного рода построек и памятников архитектуры? По какой методике следует давать оценку применимости систем теплоизоляции для зданий и на какие конструктивные решения в конкретных случаях нужно обращать пристальное внимание?

Внутренняя и внешняя изоляция

Повышение теплозащиты зданий включает в себя комплекс мероприятий по сплошной тепловой изоля-

ции наружных конструктивных элементов здания. Все наружные конструктивные элементы внешних стен отапливаемых помещений и внутренние стены неотапливаемых должны быть теплоизолированы. Теплоизоляция может быть как внешней, так и внутренней.

С точки зрения строительной физики предпочтительным считается утепление наружных стен изолирующим материалом (наружная изоляция). Внешняя изоляция, основанная на защите от вредного атмосферного воздействия, предотвращает образование мостиков холода (мест утечки тепла) и дает возможность использования каменной кладки в качестве аккумулятора тепла.

С точки зрения строительных технологий устройство внутренней изоляции намного сложнее, что зачастую приводит к ошибкам проектирования и, как результат, к повреждению конструктивных элементов зданий вследствие воздействия влаги.

Проектирование и выполнение теплоизоляционных работ при строительстве зданий в основном проблемой не является. Иначе обстоят дела в вопросах санации и реконструкции зданий, в которых по разным причинам такие теплоизоляционные технологии не всегда применимы. В этих случаях единственно возможной альтернативой является только внутренняя изоляция.

Внутренняя теплоизоляция используется в основном в следующих ситуациях.

- Фасад строения находится под охраной государства как памятник архитектуры (рис. 1) или имеющиеся архитектурно-конструкционные элементы должны оставаться в первоначальном виде (наружная зона гладкой лицевой кладки, изысканная конструкция типа фахверк, деревянный фасад, вентилируемый фасад).
- Здания с незначительным выступом крыши.
- Плотная застройка, при которой использование наружной изоляции не представляется технически возможной.
- Изоляционные работы возможны только в отдельных квартирах или помещениях (квартиры на правах собственности и др.).
- Использование полуподвальных помещений по другому назначению, например, под жилье или оборудование любительских мастерских.
- Использование и отопление каких-либо зданий носит временный характер. Помещения, стены которых теплоизолированы изнутри, нагреваются очень быстро, так как обогрев не распространяется на монокристаллические элементы наружных стен. Такие здания или отдельные помещения могут использоваться периодически и не требуют длительной подготовки к отопительному сезону.
- Санация конструктивных элементов строения, являющихся при низких температурах поверхности причиной дискомфорта, образования талой воды и пр.



Рис. 1. Фасад памятника истории и архитектуры – один из случаев необходимости устройства внутренней изоляции

Посредством обеспечения внутренней изоляции температура поверхностей со стороны комнат заметно повышается.

- Особенности стен между отапливаемыми и не отапливаемыми помещениями в пределах одного строения.

Виды внутренней изоляции

Ввиду относительно быстрого конструктивного исполнения на основе сухих строительных смесей, а также благоприятной экономии строительных материалов работы по внутренней теплоизоляции предпочтительнее выполнять сухим способом строительства с использованием гипсовых листов (согласно стандарту DIN EN 520). Варианты исполнения теплоизоляции приведены ниже.

- *Монтаж многослойных плит и панелей.*

Многослойные плиты состоят из гипсовых листов и обычно комплектуются изолирующим составом из минеральной ваты или пенополистирола. Последние долж-

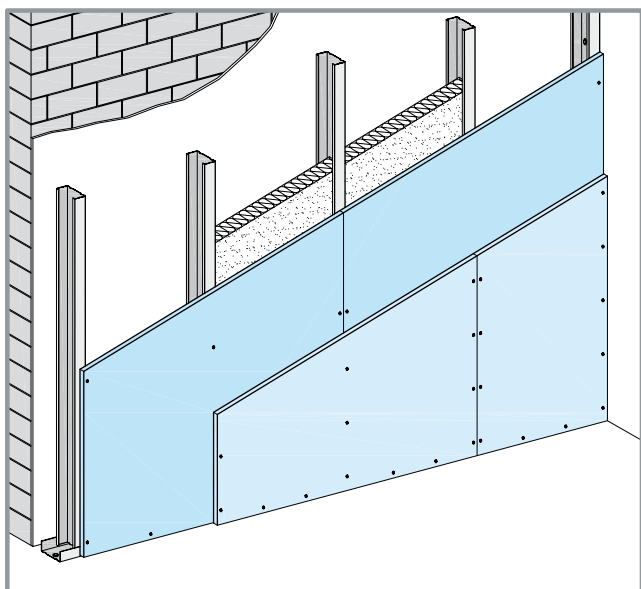


Рис. 3. Самонесущая оболочка



Рис. 2. Монтаж многослойной гипсокартонной оболочки

ны соответствовать стандарту EN 13950. В зависимости от технических требований в некоторых случаях между гипсовыми листами и утеплителями помещаются противодиффузионные барьеры (паронепроницаемый слой). Многослойные плиты приклеиваются к грунтовой поверхности монтажным клеем, наносимым тонким слоем на всю поверхность или на ее участки (рис. 2).

- *Свободно стоящая каркасно-облицовочная конструкция.*

Эта конструкция состоит из гипсовых листов, опорной составляющей и пароизоляционного слоя, устанавливаемого между деревянной обшивкой и изолирующим материалом, как правило минеральной ваты. Опорная конструкция состоит главным образом из тонких металлических профилей. Такие каркасно-облицовочные конструкции крепятся на внешних стенах зданий и являются самонесущими элементами облицовки строений (рис. 3).

Приклеиваемые многослойные плиты внутренней изоляции представляют собой компактную конструкцию в виде прочной и предпочтительно плоской поверхности стены. При использовании в качестве изоляционного материала пенополистирола звукоизоляция заметно ухудшается.

Системы внутренней изоляции на основе металлических конструкций представляют собой геометрически изменяющиеся монтажные системы. Такие системы идеально подходят не только для термической санации и реконструкции, но и для улучшения звукоизоляции (неотраженная или продольная звуковая изоляция) и повышения огнестойкости стен. В отношении качества поверхности, обращенной к стене, конкретных требований не предъявляется.

Теплопроводность конструкции прежде всего определяется теплоизолирующими свойствами изолирующего материала. Для уменьшения толщины конструкции обычно стараются использовать материалы с низким коэффициентом теплопроводности. При выборе конкретных материалов решающим фактором является соотношение цена-качество. Поэтому в технологии многослойных элементов ориентируются на использование серого пенополистирола с графитовой добавкой. Пенополистирол с графитовой добавкой ($\lambda=0,031-0,033 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$) характеризуется более низкой (на 20%) теплопроводностью по сравнению с белым пенополистиролом ($\lambda=0,035-0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$).

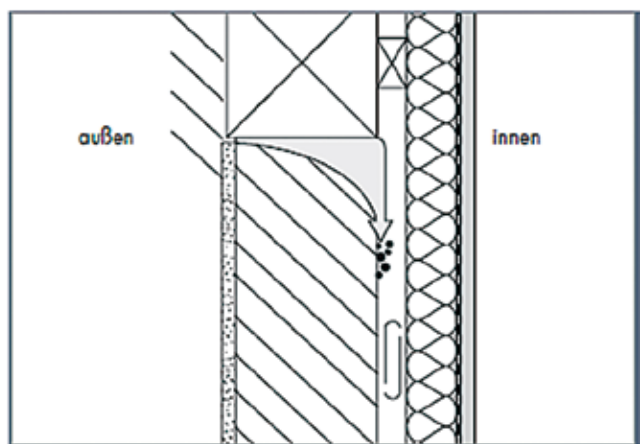


Рис. 4. Возможные пути проникновения влаги в стену типа фахверк с внутренней изоляцией при косом дожде

На практике также используют пенополиуретан ($\lambda=0,025-0,03$ Вт/(м·К)) или вакуумные изоляционные панели (с кремниевой основой) $0,004$ Вт/(м·К) ввиду низкой цены материалов и особенностей применения.

Минераловатные изделия с высокой сжимаемостью ($\lambda=0,35-0,4$ Вт/(м·К)) применяются в многослойных конструкциях, если наряду с теплозащитой предъявляются повышенные требования по звукоизоляции и огнестойкости.

Для внутренней изоляции с использованием металлических конструкций применяются главным образом стекловолоконистые маты или плиты ($\rho \approx 15$ кг/м³; $\lambda=0,04$ Вт/(м·К)). Также альтернативой является применение экологически чистых изоляционных материалов (целлюлозное, древесное волокно и др.) при значениях $\lambda=0,04-0,05$ Вт/(м·К).

Требования, предъявляемые к тепловой защите

Проведение необходимых мероприятий по тепловой защите зданий в европейских странах регулируется стандартными техническими условиями и при необхо-

димости дополнительными законодательными актами, направленными на усиленную защиту окружающей среды.

Изложенные далее способы теплоизоляции касаются использования теплоизоляционных материалов в соответствии с требованиями, действующими на территории Германии.

В Германии действующим нормативным документом является стандарт DIN 4108 и дополнительно Постановление об экономии энергии (EnEV).

Стандарт DIN 4108-2 регламентирует основной теплоизоляционный уровень защиты для предотвращения повреждений конструктивных элементов зданий. Использование материалов с данным уровнем защиты служит для предотвращения возникновения конденсата на поверхностях и обеспечения микроклимата.

Значение термического сопротивления R внешних стен в соответствии со стандартом DIN 4108-2 должно быть $\geq 1,2$ м²/кВт. Кроме того, температура поверхности в зоне утечки тепла должна быть не ниже $12,6^\circ\text{C}$, что предотвращает скопление талых вод и образование плесени (при температуре внутри здания 20°C , относительной влажности 50%, температуре окружающей среды -5°C).

Постановление об экономии энергии является инструментом законодательного регулирования энергосбережения и снижения выбросов CO_2 . В нем предписывается реализация дополнительных мер по энергосбережению путем устройства дополнительной теплоизоляции при любых строительных изменениях в зданиях.

Согласно постановлению EnEV может использоваться упрощенный метод определения степени теплостойкости для зданий различного рода. Оценка степени теплостойкости проводится в зависимости от типа строения и выявленных свойств элементов конструкции. Для этой цели задается коэффициент теплопередачи внешних конструктивных элементов. Для внутренней теплоизоляции внешних стен максимально допустимый коэффициент теплопередачи — $0,35$ Вт/(м²·К). Требование постановления считается выполненным, если после термической санации конструктивного элемента заданное предельное число не превышено.

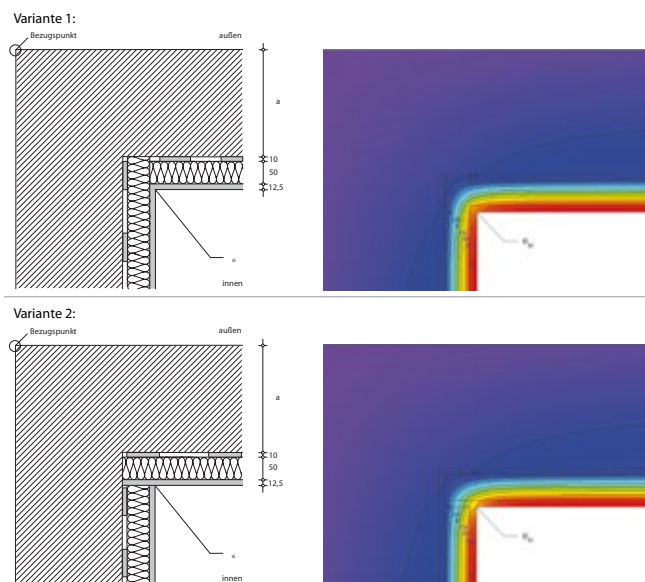


Рис. 5. Мостики холода при контакте торцов гипсокартонной плиты

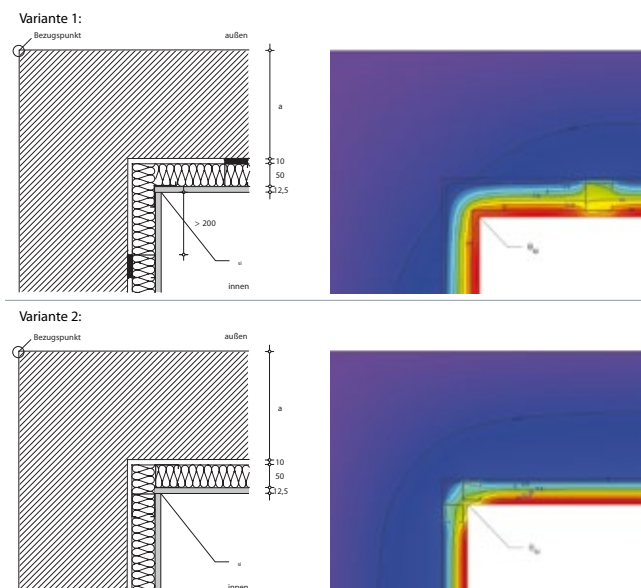


Рис. 6. Мостики холода от металлических профилей (вариант 1) в конструкциях угла и специальных профилей (вариант 2). Кладка 365 мм теплопроводностью $0,99$ Вт/(м·К)

Требуемая толщина изоляционного материала / слоя пароизоляции для минимального изолирования внутренних стен в соответствии с нормативными требованиями стандарта DIN 4108-2 и Постановления EnEV при коэффициенте теплопередачи 0,35 Вт/(м²·К)

Год постройки	Капитальная стена		λ (средства), Вт/(м·К)	Коэффициент теплопередачи (общ), Вт/(м²·К)	Требуемая толщина изоляционного / паронепроницаемого слоя согласно требованиям стандарта DIN и постановления EnEV			
					Минеральная вата λ=0,04 Вт/(м·К)		Пенополистирол серый, λ=0,0321 Вт/(м·К) ¹	
					DIN d, мм	EnEV d, мм	DU d, мм	EnEV d, мм
До 1918 г.	Каменная кладка	Кирпичная или бутовая кладка, ~40 см	1,4–1,7	2,2–2,5	40 ▲▲	100 ▲▲▲	30 ▲▲	80 ▲▲
	Фахверк	Деревянный фахверк с глиняным заполнителем	0,7–1,1	1,7–2	40 ▲	90 ▲	30	80
1880–1946 гг.	Каменная кладка	Кирпичная кладка 250–380 мм	0,6–0,9	1,7–1,9	40 ▲	100 ▲	30	80
	Каменная кладка улучшенная	Однослойная 380–510 мм или двухслойная	0,7–0,94	1,4–1,7	30 ▲	90 ▲	25	80
1949–1968 гг.	Каменная кладка облегченная	Пустотелый блок, пустотелый кирпич, газобетон	0,7–1,1	1,4–1,8	40 ▲	90 ▲	25	80
	Пемзовые блоки		0,5–0,7	0,9–1,1	25 ▲	80 ▲	20	70
1969–1978 гг.	Каменная кладка облегченная	Поризованный кирпич с обычным раствором	0,25–0,4	1–1,2	25 ▲	80 ▲	20	70
	Бетон	Трехслойная плита или плита из легкого бетона	0,8–1,6	1,1–1,9	40 ▲	100 ▲▲▲		
	Сборный дом / деревянное сооружение	Деревянные стойки 60 мм Тепло-, пароизоляция s _d > 20 м		0,6–0,8	10	70 ▲	10	70
1979–1983 гг. 1-е предписание по теплоизоляции	Каменная кладка облегченная	Легкий кирпич с легким раствором	0,3–0,4	0,6–0,9	15 ▲	70 ▲	10	60
	Пенобетон		0,15–0,25	0,6–0,9	15 ▲	70 ▲	10	60
	Легкий бетон	Трехслойная плита или плита из легкого бетона	0,6–1,4	0,9–1,5	30 ▲	90 ▲▲▲		
1984–1994 гг. 2-е предписание по теплоизоляции	Сборный дом / деревянное сооружение	Деревянные стойки 60 мм теплоизоляция, пароизоляция, s _d > 20 м		0,5–0,7	10 ▲	60	10	50
	Каменная кладка стандартная	Легкий пустотелый кирпич с вертикальными пустотами	0,25–0,35	0,6–0,8	10 ▲	70 ▲	10	60
	Пенобетон		0,2–0,3	0,5–0,6	10 ▲	70 ▲	10	60
	Каменная кладка	Силикатный кирпич	0,8–1,1	1,6–2,2	40 ▲	100 ▲▲▲	30	80

¹ Теплоизоляционная многослойная плита KNAUF

▲▲▲ Пароизоляция s_d = 20 м

▲▲ Пароизоляция s_d = 10 м

▲ Пароизоляция s_d = 2 м (необходимо)

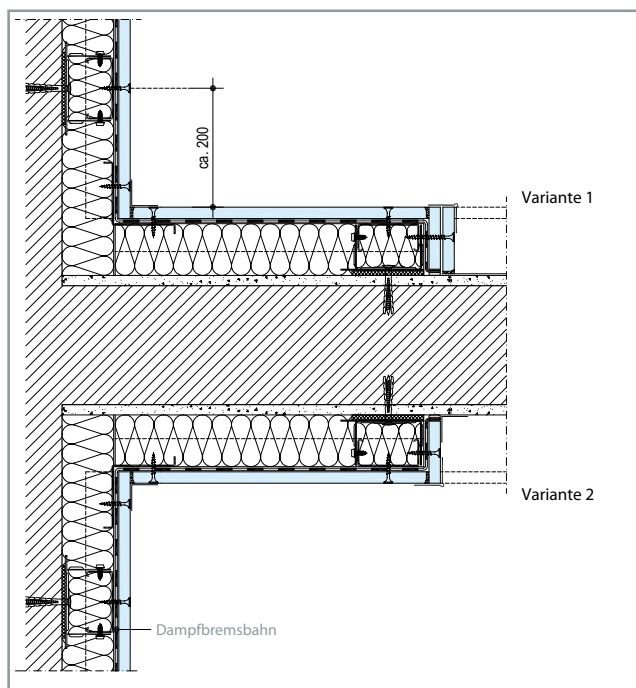


Рис. 7. Изоляция стыка наружная стена – связывающая массивная внутренняя стена с системой теплоизоляции, прикрепляемой непосредственно к стене оболочкой

Разрешение в порядке исключения на частичное отклонение от требований ЕпЕV в отношении памятников архитектуры и особенно ценных исторических построек может быть получено в административных органах федеральных земель.

Оценка изоляционного и паронепроницаемого слоя

Для упрощения проектирования и расчетов внутренней изоляции была создана оценочная методика в виде таблицы (см. таблицу). Вычисления проводились с целью определения необходимой толщины изолирующего материала и слоя пароизоляции для минимального утепления внешних стен в соответствии с нормативными требованиями стандарта DIN 4108-2 с показателями $R \geq 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (соответствует коэффициенту теплопередачи $0,73 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$) или $R \geq 1 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (соответствует $0,84 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$) для стен каркасного типа, например фак-

верковые стены, и Постановлением EnEV относительно конструктивных элементов построек ($0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$). Эти данные относятся к типовым зданиям на территории Германии.

Кроме того, были проведены фундаментальные исследования в отношении построек всех эпох с использованием гигрометрических моделирующих расчетов в отношении тепловых потоков и воздействия влажности. При этом использовалось программное обеспечение WUFI, версия 4.0 IBP (Научно-исследовательский институт строительной физики им. Фонда Фраунхофера, г. Штутгарт, Германия). В исследованиях также учитывались неблагоприятные природно-климатические условия, виды влагопередачи, капиллярные воздействия и др.

Кроме того, была изучена утечка тепла из конструкций (мостики холода) в различных видах стен с помощью моделирования методом конечных элементов 2D и 3D.

Из табл. 1 видно, что минимальная толщина теплоизоляционного слоя в Германии должна соответствовать требованиям DIN 4108-2. Она достигается путем устройства дополнительной изоляционной прослойки толщиной 10–40 мм и должна соответствовать требованиям Постановления EnEV относительно толщины слоев в 50–100 мм.

Требования табл. 1 действительны только при следующих граничных условиях:

- внешние стены соответствуют указанному в таблице строительному материалу, а также коэффициенту теплопроводности λ и коэффициенту теплопередачи. Обычная толщина стен составляет 250–500 мм. Применять эти параметры следует согласно конкретно взятому строительному материалу;
- наружные стены должны быть сухими, с неповрежденными горизонтальными и вертикальными слоями и иметь хорошо функционирующую защиту от ливневых дождей;
- должны отсутствовать противодиффузионные барьеры, например слои масляной краски;
- внутренние стены сооружаются воздухопроницаемыми;
- конструкции состоят из гипсокартонной обшивки толщиной 9,5–25 мм в сочетании с теплоизоляционным материалом из пенополистирола или минеральной ваты. Крепятся они с помощью монтажного клея на гипсовой основе (макс. пустое пространство 30 мм) или в сочетании с комплектной облицовочной системой на базе металлической конструкции. Установленное максимальное расстояние между те-

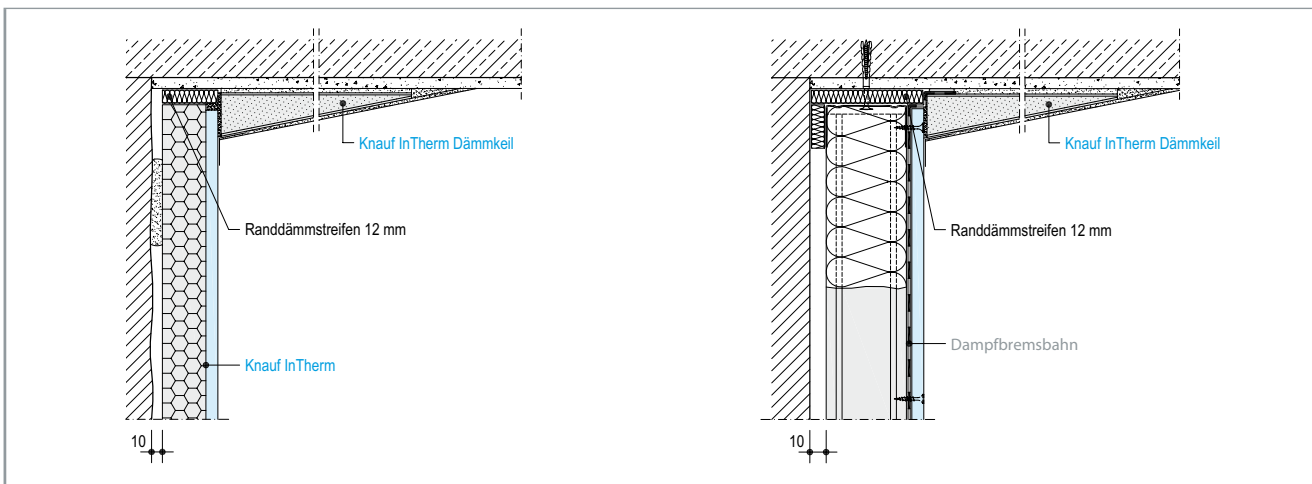


Рис. 8. Изоляция стыков наружная стена – связывающее железобетонное перекрытие при помощи изолирующих клиньев

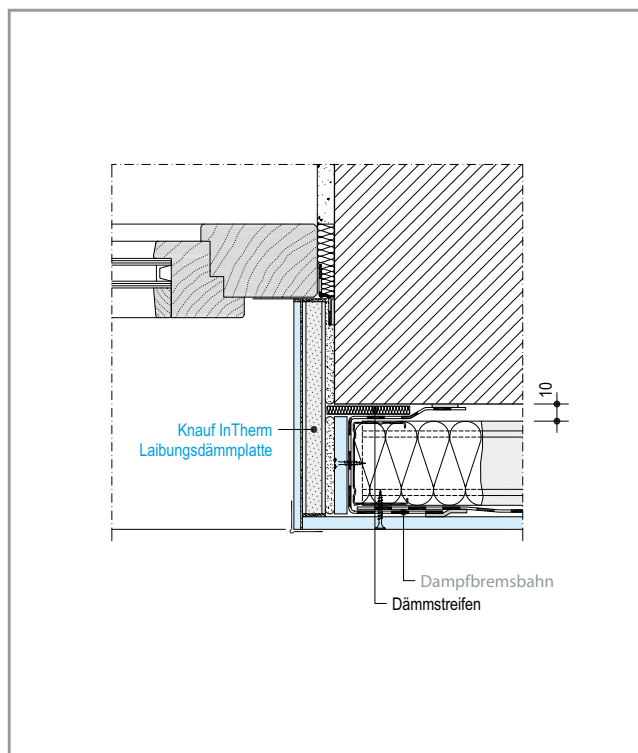


Рис. 9. Изоляция оконных откосов специальными откосными плитками

площадкой из минеральной ваты и воздушной прослойкой и основанием стены составляет 30 мм;

- применяется в зданиях и помещениях с обычной температурой воздуха и нормальным уровнем влажности.

Уровень воздухопроницаемости и пароизоляции

При монтаже каркасно-обшивных конструкций с вспомогательными элементами, например полимерными пленками, уровень воздухопроницаемости должен быть равным паронепроницаемому слою. Стыки полимерной пленки и места соединения опоясывающих элементов конструкции должны быть подогнаны особенно тщательно. Швы панелей должны быть трещиностойкими и водонепроницаемыми. В стыках панелей и местах заделки швов рекомендуется использовать армированные ленты для швов. Таким же способом заделываются угловые места соединений. Для скрепления опоясывающих элементов применяются уплотнители стыков в виде лент из полимерной пленки.

Дефекты в креплении конструкций должны устраняться немедленно. При проектировании и выполнении работ по теплоизоляции следует обратить внимание на следующие особенности:

- по возможности избегать монтажа розеток, выключателей освещения и др. на наружных стенах, а также размещения кабельных вводов;
- если вышеуказанное невозможно, то следует использовать герметичные гильзы для прокладки инженерных коммуникаций или кабельные вводы с герметичными манжетами.

Для аккуратного и плотного соединения элементов рабочие поверхности должны быть идеально ровными.

Пароизоляция, обусловленная конструктивными особенностями, размещается, как правило, только на внутренних стенах. В каркасно-облицовочной кон-

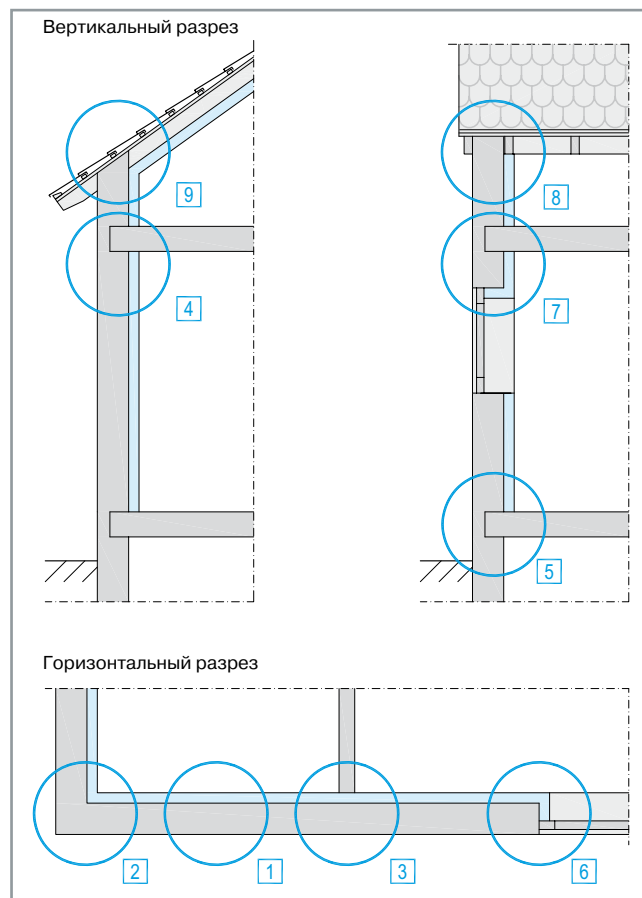


Рис. 10. Точки, являющиеся критическими для образования мостиков холода и сохранения необходимой температуры поверхности

струкции все элементы располагаются таким образом, что полимерная защитная пленка определенного размера еще играет роль ветронепроницаемого слоя.

Исполнение пароизоляции в многослойных плитах представляется нелегким и трудоемким. Новые исследования строительных конструкций на наличие дефектов в пароизоляционном слое или в местах стыков элементов, проведенные методом термогигрометрирования, показали, что дефекты покрытий из-за геометрических погрешностей в местах соединения (на практике 1–2 мм) не приводят к существенной концентрации влажности и приносят сравнительно незначительный ущерб. При этом величина толщины воздушной прослойки s_d пароизолирующего элемента не оказывает значимого воздействия на термические свойства мест дефектов. Практика показывает, что при монтаже многослойных элементов следует избегать излишнее трудоемкое проклеивание, а также соединения внахлест.

Особенности улучшения тепловой изоляции и защиты от влажности фахверковых стен

Из-за плохой тепловой защиты стен старых построек типа фахверк при реконструкции деревянных сооружений и их санации, как правило, улучшению тепловой защиты уделяется особое внимание.

При слабой устойчивости фасадов к ливневым осадкам необходима изоляция внешних фахверковых стен в сочетании со средствами ветрозащиты. При высокой устойчивости к ливневым осадкам в стенах исторических зданий используются проветриваемые

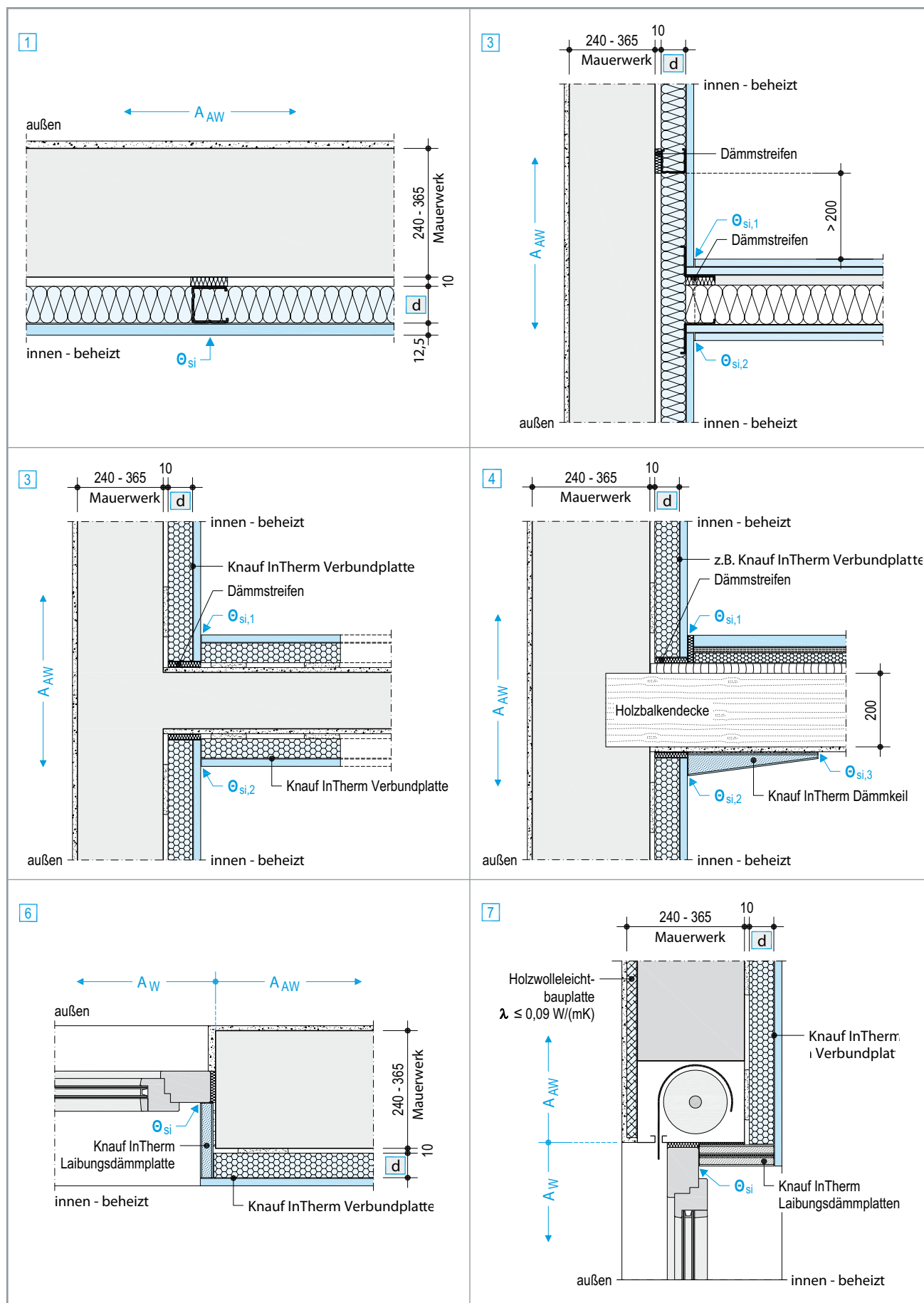


Рис. 11. Детализация системы внутренней изоляции, показанной на рис. 10

покрытия щепой, обшивка досками или обычная штукатурка. Применение такой конструкции обеспечивает соответствие почти любым теплотехническим стандартам.

Устройство внутренней изоляции с сохранением внешнего вида фасада типа фахверк возможно только для тех наружных поверхностей, которые не подвержены влиянию косого дождя. Но даже и в таких случаях технологию изоляции необходимо тщательно планировать, чтобы избежать повреждений от проникновения влаги в особо чувствительную конструкцию фахверка (рис. 4).

Такая проблема строительной физики при повышении теплотехнических характеристик стен типа фахверк учитывается в EnEV. Требования к внутренней теплоизоляции считаются выполненными, если выполняется требование по минимальной величине для DIN 4108-2 и при этом значение коэффициента теплопередачи вновь создаваемой конструкции $\leq 0,84 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Представленные в табл. 1 допустимые параметры внутренней изоляции с минеральной ватой WLG 040 толщиной 40 мм основаны на имитационных гидротермических расчетах (нестационарный расчет сопряженных потоков тепла и влаги с внешней стороны конструкции) с учетом предельных значений неблагоприятных климатических условий.

Теоретически существует также возможность остекления фасада, которая решает проблему косого дождя и даже дает преимущество пассивного накопления тепла вследствие солнечного излучения.

Примеры уменьшения мостиков холода

При выполнении внутренней изоляции надо обращать особенное внимание на предотвращение образования мостиков холода путем сочетания конструктивных деталей, так как, в противоположность наружной теплоизоляции, в данном случае не создается охватывающей все здание теплозащитной оболочки. Одним из важнейших аспектов при этом является поддержание необходимой минимальной температуры поверхности ($12,6^\circ\text{C}$ для жилых зданий) для предотвращения образования плесени.

В основном для всех методов устройства изоляции действует правило: поток тепла сквозь хорошо проводящие материалы на участке стыка с изолируемой стеной должен быть прерван. Даже прямой контакт торцовых поверхностей гипсовых плит с наружной стеной образует мостик холода, влияние которого часто недооценивается (рис. 5). В этом примере теплоизоляция выполнена многослойной плитой WLG 040 с толщиной изоляции 50 мм. Например, при выполнении варианта санации 1 гипсокартонная плита находится в контакте с кирпичной кладкой и температура поверхности стены в зависимости от качества и толщины кладки может быть на $1\text{--}1,6^\circ\text{C}$ ниже, чем для варианта 2 с непрерывной поверхностью слоя изоляции. Изменение температуры внутри и на поверхности конструкции наглядно показано на цветовой схеме, от красного (тепло) до синего (холодно). Желтые участки соответствуют температуре выше 10°C , оранжевые — выше $12,5^\circ\text{C}$, красные — выше 15°C .

Критичными участками являются также места прямого контакта металлических профилей наружной оболочки с кладкой (рис. 6). При сравнении изотерм деталей угловой конструкции с применением специального углового профиля (вариант 1) и традиционным использованием стандартных профилей (вариант 2) особенно заметен эффект уменьшения, обусловленных материалом мостиков холода. Для варианта 1 (специальный

угловой профиль) в зависимости от качества кладки достигается повышение температуры поверхности угла на $3,5\text{--}5,8^\circ\text{C}$ (при применении изоляции WLG 40 толщиной 50 мм).

Укладка полосок изоляции толщиной 10 мм под полки профильных стоек в угловых зонах не дает значительного уменьшения мостиков холода, и в этом случае температура наружной поверхности повышается только на $0,5^\circ\text{C}$. Поэтому для оптимальной изоляции самонесущих оболочек на металлическом каркасе наряду с дополнительной укладкой материала изоляции толщиной 10 мм, например из минеральной ваты, между профильной стойкой и кладкой в зонах углов применяются специальные угловые профили для внутренних стен.

С точки зрения теплотехники особенно критичными являются связывающие внутренние стены массивные железобетонные перекрытия и наружные стены. Наряду с укладкой полосок теплоизоляции в стыки также необходимо покрывать связываемые конструкции, например внутренние стены или потолки, системой внутренней изоляции как минимум на участках стыка с наружной стеной. Примеры выполнения приведены на рис. 7, 8. На рис. 7 показано конструктивное решение стыка наружная стена — массивная внутренняя стена с системой теплоизоляции, прикрепляемой непосредственно к стене оболочкой. Связывающая внутренняя стена при этом должна быть теплоизолирована на участке на менее 500 мм.

На рис. 8. показан сложный с архитектурной точки зрения вариант устройства слоя изоляции на стыке с железобетонным перекрытием из изолирующих клиньев. При помощи таких клиньев из материала с высокими теплоизоляционными характеристиками можно минимизировать обычные мостики холода. Клинья небольшой массы можно просто приклеивать.

Особенной проблемой для выполнения теплоизоляции в существующем здании являются внутренние откосы окон вследствие стесненных условий монтажа. Данная проблема решается путем применения полосок изоляции толщиной 10–20 мм с низкой теплопроводностью $0,025 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ (пенополиуретан в оболочке из картона), которые по всей поверхности приклеиваются к откосам клеем на гипсовой основе. На рис. 9 показан такой откос в сочетании с самонесущей оболочкой и интегрированной пароизоляцией. Имитационные расчеты подтверждают, что с этой конструкцией мостики холода у откосов окон для старых зданий общего типа устраняются и предотвращается образование талой воды и плесени.

На рис. 10 показаны точки, являющиеся самыми опасными с точки зрения образования мостиков холода в здании. На рис. 11 приведены примеры конструктивных решений с крепящейся к фасаду или самонесущей оболочкой, которые минимизируют образование мостиков холода на таких критических участках и гарантируют сохранение минимальной температуры поверхности на уровне $12,6^\circ\text{C}$.

Таким образом, можно заключить, что внутренняя изоляция вполне подходит для тепловой санации зданий, в которых из-за конструктивных особенностей или по инженерно-техническим или архитектурно-планировочным причинам установка внешней изоляции невозможна или нецелесообразна.

По сравнению с внешней изоляцией устройство внутренней с точки зрения строительных технологий намного сложнее, и процесс ее проектирования очень трудоемок. Поэтому в старом строительном фонде необходимо проводить термическую санацию творчески, широко масштабно оценивая все конструктивно-физические качества конструктивных элементов.

УДК 666.914.5

А.Ю. СТАРЧЕНКО, генеральный директор ДП «Кнауф Маркетинг»; С.В. КЛИМЕНКО, канд. техн. наук, директор технического департамента ДП «Кнауф Сервис Украина» (Киев); В.И. БРАТЧУН, д-р техн. наук, А.А. БАРМОТИН, С.В. КОЖЕМЯКА, кандидаты техн. наук, Р.И. ИГНАТЕНКО, А.Б. КОСИК, инженеры, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (Донецкая область, Украина)

Исследование стыков гипсокартонных плит КНАУФ при изгибе

При проектировании и строительстве современных гражданских зданий комплектные системы сухого строительства позволяют решать многочисленные инженерно-технические и архитектурные задачи, направленные на создание комфортных и безопасных условий пребывания людей. Несмотря на универсальность и на первый взгляд простоту и доступность, гипсокартонные системы требуют тщательного изучения технической документации и выдерживания регламента выполнения работ для обеспечения эксплуатационной надежности и сохранения эстетического вида на протяжении всего срока службы, что характеризуется критерием сохранения целостности гипсокартонной облицовки без образования трещин в реальных условиях эксплуатации объекта.

Прочность облицовки определяется показателями прочности гипсокартонной плиты (ГКП) и швов между плитами. Практика эксплуатации подобного рода облицовок выявила наиболее проблемные и ответственные участки вероятного образования и развития трещин, которыми являются стыки ГКП. Технология устройства стыков ГКП детально разработана и описана в технических листах. Имеется ряд стандартных решений для различных типов кромок и сочетаний комплектов шовного, шпатлевого и армирующего материалов.

Несмотря на это, в отечественной и зарубежной литературе по данному вопросу отсутствуют сведения о результатах экспериментальных исследований прочности, трещиностойкости и деформативности стыков ГКП. Отсутствие подтвержденных опытных данных о поведении под нагрузкой стыков ГКП для различных типов облицовок не позволяет с гарантированной точностью

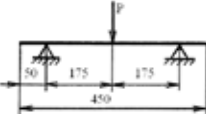
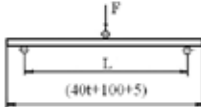
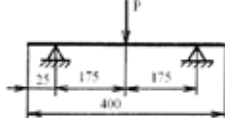
устанавливать запас надежности при проектировании и оценке реального напряженно-деформированного состояния как унифицированных плоских конструкций, так и многообразных объемных элементов, имеющих сложную и нестандартную геометрию. Наиболее вероятные причины образования трещин в гипсокартонных конструкциях обусловлены рядом факторов (рис. 1):

- отсутствием достаточного количества деформационных стыков, компенсирующих деформации зданий от различных силовых воздействий;
- наличием неучтенных динамических нагрузок на несущие конструкции;
- значительной концентрацией локальных напряжений от смонтированного оборудования;
- нарушением технологии монтажа (отклонение от конструктивной схемы, прочностных и жесткостных свойств используемых материалов, нарушение требований по расстановке крепежных элементов и др.).

Прочность гипсокартонных плит оценивают по величине максимального изгибающего усилия, приложенного к образцу-пластине. Испытания проводят для образцов, вырезанных в продольном и поперечном по отношению к длине листа направлениях (табл. 1).

Для получения достоверных данных о работе стыков в облицовках из ГКП в лаборатории испытаний дорожно-строительных материалов и изделий ДонНАСА был проведен ряд экспериментальных исследований по определению предела прочности, трещиностойкости и величин прогибов на стадиях образования трещин и разрушения стыков ГКП толщиной 9,5 и 12,5 мм с использованием различных комплектов шовного, шпатлевого и армирующего материалов.

Таблица 1

Нормативный документ	Национальный стандарт Украины ДСТУ Б В.2.7-95-2000				Европейский стандарт DIN EN 520:2005	
Толщина (t) ГКП, мм	9,5	12,5	9,5	12,5	9,5	12,5
Размеры образцов, мм 	a=(450+5) b=(150+5)		a=(40t+100+5) b=(400+5)		a=(400±5) b=(300±5)	
Схема нагружения опытных образцов						
Расстояние между центрами опор (пролет)	L=350 мм		L=40t, мм		L=(350±1) мм	
Разрушающая нагрузка при изгибе, Н						
Продольных образцов	222	322	450	600	400	550/725*
Поперечных образцов	81	105	150	180	160	210/300*

* разрушающая нагрузка при изгибе гипсовых плит с повышенной прочностью (тип R).

* разрушающая нагрузка при изгибе гипсовых плит с повышенной прочностью (тип R).



Рис. 1. Характерные дефекты в гипсокартонных конструкциях



Подготовка образцов

Подготовка образцов для испытаний проводилась в соответствии с требованиями немецкого стандарта DIN 13963. Контрольные испытания стыков ГКП на изгиб проводились на подготовленных образцах с размерами 12,5×300×400 и 9,5×300×400 мм в количестве 200 шт., которые были изготовлены из ГКП производства ООО «Кнауф Гипс Донбасс». Для заделки стыков между гипсокартонными образцами использовались шпатлевки КНАУФ Фугенфюллер производства ООО «Кнауф Гипс Донбасс» и КНАУФ Унифлот производства Knauf Gips KG (Германия). Для армирования швов гипсокартонных образцов применялись бумажная и сетчатая армирующие ленты производства Knauf Gips KG (Германия).

Проводились испытания стыков с отрезной и заводской (ПЛУК) кромками. Отрезная кромка подготавливалась в соответствии с требованиями технической документации фирмы КНАУФ по применению шпатлевок КНАУФ Унифлот и КНАУФ Фугенфюллер. При изготовлении образцов с отрезной кромкой для шпатлевки КНАУФ Фугенфюллер снималась фаска под углом 45° на глубину 1/3 толщины плиты, а для КНАУФ Унифлотт – фаска под углом 22,5° на глубину 2/3 толщины плиты. Полученные заготовки обрабатывались грунтовкой КНАУФ Тифенгрунд и хранились в естественных условиях в течение 6 ч. Перед нанесением шовного шпательного материала стык проклеивался с обратной стороны клейкой лентой.

В первый слой шпатлевки укладывалась армирующая лента. После высыхания первого слоя шпателем (200–300 мм) наносился второй накрывочный выравнивающий слой шпаклевки. Изготовленные образцы высушивались при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $50 \pm 5\%$ в течение 7 сут в лабораторных условиях. После сушки снималась клейкая лента.

Испытания

Испытания прочности стыков гипсокартонных плит проводились в соответствии с требованиями немецкого стандарта DIN 13963 (рис. 2).

Для проведения эксперимента было изготовлено приспособление позволяющее прикладывать к образцу постоянно возрастающее усилие. Для регистрации прикладываемого усилия использовался динамометр с индикатором часового типа и ценой деления 316 г. Для регистрации прогиба образца использовался прогибомер с индикатором часового типа и ценой деления 0,01 г. Каждый образец помещался в приспособление

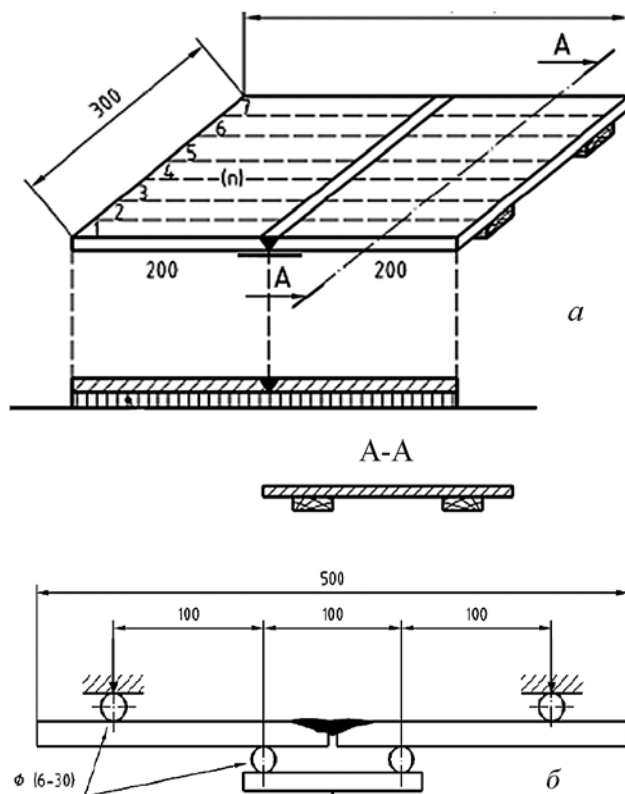


Рис. 2. Изготовление образцов (а) и испытание на изгиб стыков гипсокартонных плит (б)

таким образом, чтобы шов был обращен вверх и имел опору.

Шов подвергался непрерывно возрастающей нагрузке со скоростью 250 ± 125 Н/мин и точностью измерений до 1% (рис. 3).

Результаты экспериментальных исследований показали, что пределы прочности при изгибе стыков сопоставимы с аналогичными значениями при испытаниях гипсокартонных образцов, выпиленных в поперечном направлении плиты (рис. 4).

Трещиностойкость стыков составляет в среднем 40–60% от разрушающей нагрузки при изгибе (рис. 5).

Наиболее эффективным шовным шпательным материалом для обшивок из ГКП является комплект шпатлевки КНАУФ Унифлот с бумажной лентой, который превышает среднестатистические показатели базового комплектного варианта (шпатлевка КНАУФ



Рис. 3. Приспособление для испытания стыков гипсокартонных образцов



Рис. 4. Характер разрушения стыков при армировании сетчатой лентой (а) и бумажной лентой (б)

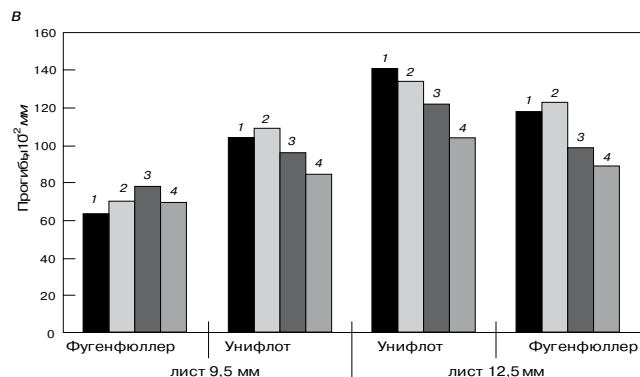
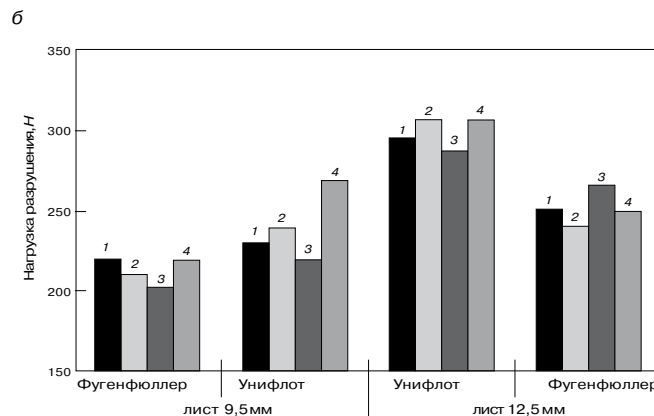
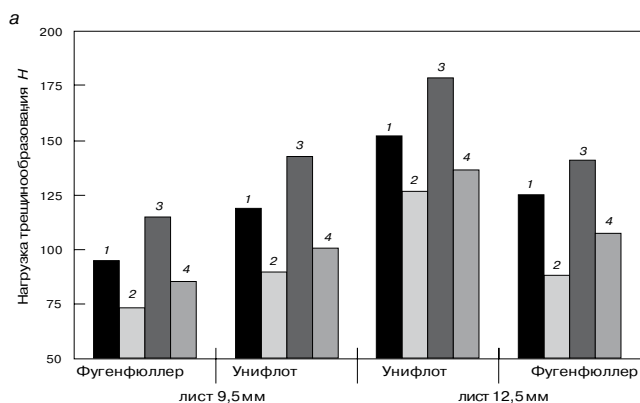


Рис. 5. Нагрузки трещинообразования (а), разрушения (б) при изгибе и величина прогиба стыков образцов без образования трещин (в) в зависимости от вида шовного и армированного материалов, толщины плиты и вида кромки: 1 – ПЛУК бумага; 2 – ПЛУК серпанка; 3 – отрезная бумага; 4 – отрезная серпанка

Фугенфюллер с сетчатой лентой) для плиты 12,5 мм по пределу прочности в 1,2 раза, по пределу трещиностойкости в 1,7 раза. Величина возможного прогиба без образования трещин увеличивается в 1,25 раза.

При уменьшении толщины гипсокартонных плит с 12,5 мм до 9,5 мм независимо от комплекта шовного шпатлевого материала наблюдается снижение аналогичных показателей в среднем на 20–30%.

При соблюдении рекомендаций изготовителя прочность и деформативность шва не зависят от типа кромки (ПЛУК, отрезная).

Проведенные исследования позволяют прогнозировать напряженно-деформированное состояние гипсокартонных конструкций и с определенной обеспеченностью рекомендовать проектные решения по их устройству без наступления предельных состояний на протяжении нормативного срока службы.

Материалы и технологии для энергоэффективного строительства



- Несъемная опалубка
- Теплоизоляционные плиты
- Архитектурные элементы
- Полимер

8 800-700-31-01
(звонок по России бесплатный)
www.ms31.ru



КНАУФ-Акустика – новое решение в области шумопоглощения

Жизнь в мегаполисе сегодня трудно представить без шума. Неприятные, слишком громкие звуки, доносящиеся извне, не просто досаждают, но являются источником дополнительного стресса в напряженной жизни горожан. Зачастую уровень шума превышает допустимые нормы. Продолжительная по времени шумовая нагрузка наносит вред здоровью.

К сожалению, современные строения отличаются слабой звукоизоляцией. По мнению специалистов, в первую очередь это связано с преобладанием в настоящее время технологий монолитно-каркасного строительства, снижением массы ограждающих конструкций, свободной планировкой квартир, проектированием офисов Open Space. Поэтому звукоизоляция таких помещений является не дополнительной опцией, а необходимостью.

Уже более года фирма КНАУФ поставляет российским строителям свою продукцию, которая является обеспечением акустического комфорта в помещении.

В январе 2012 г. в Москве сдан первый крупный объект, на котором была применена комплектная система КНАУФ-Акустика. На Ленинградском шоссе за торговым центром «Метрополис» в течение последних нескольких лет были возведены три высотных офисных здания, в одном из которых приобрела этаж немецкая фармацевтическая компания. Австрийское проектное бюро на оформление потолков заложило три системы: потолки с применением КНАУФ-Акустики, обычного КНАУФ-листа и кассетные потолки. Общая площадь, отведенная под офис, составила порядка 3000 м². Потолки КНАУФ-Акустика применялись как в общих помещениях, так и в нескольких переговорных. По ре-

комендации сотрудников фирмы КНАУФ для нивелирования геометрических неточностей помещения строители по всему периметру смонтировали фриз (полоса ГКЛ шириной 100 мм, соединяющая КНАУФ-Акустику и несущие стены).

Менеджеры компании КНАУФ пристально следили за ходом работ и консультировали строителей во время монтажа акустического потолка с момента отбивки уровня и до окончательной сдачи, посещая объект в среднем раз в неделю. Хотя строительная организация, выполнявшая монтаж потолка, имеет тринадцатилетний опыт работы с гипсокартонными листами, работы с акустическими потолками КНАУФ выполнялись впервые. Поэтому консультации способствовали более качественному и безотходному монтажу системы. Общая площадь смонтированного акустического потолка КНАУФ составила 1500 м².

В итоге у специалистов компании КНАУФ сложилось общее мнение, что несмотря на кажущуюся сложность технологии монтажа КНАУФ-Акустики, у профессиональных строителей с большим опытом работы с гипсокартонными материалами все получится на должном уровне и конечный результат сможет только порадовать заказчиков.

Плиты КНАУФ-Акустика

Плиты представляют собой перфорированные гипсокартонные листы с обрезанными кромками различной формы и наклеенным на тыльную сторону звукопоглощающим слоем нетканого полотна. Увеличение звукопоглощающей способности поверхности помещения, т. е.

Таблица 1

Дизайн плит	Глубина воздушного промежутка (относ), мм	Заполнение минеральной ватой	Индекс звукопоглощения, α	Класс звукопоглощения
С1, сплошная круглая перфорация 8/18 КР коэффициент перфорации 15,5%	60	-	0,55	D
	60	+	0,6	C
	200	-	0,55	D
	200	+	0,7	C
С2, сплошная квадратная перфорация 12/25 КВ коэффициент перфорации 23,9%	60	-	0,6	D
	60	+	0,7	C
	200	-	0,55	C
	200	+	0,65	C
Б1, блочная круглая перфорация перфорация 8/18 КР коэффициент перфорации 12,9%	60	-	0,55	D
	60	+	0,6	C
	200	-	0,55	D
	200	-	0,6	C
Б2, блочная квадратная перфорация 12/25 КВ коэффициент перфорации 16,3%	60	+	0,55	D
	60	-	0,6	C
	200	+	0,55	D
	200	-	0,6	C

Таблица 2

Тип перфорации	Форма отверстий	Тип размещения отверстий	Размер отверстия, мм	Шаг перфорации, мм
8/18 КР	Круглая	Прямые ряды	8	18
12/25 КВ	Квадратная	Прямые ряды	12	25

Таблица 3

Обозначение дизайна	Рисунок перфорации	Тип перфорации	Коэффициент перфорации, %	Размеры плит		Масса плит, кг за 1 м ²
				Ширина, мм	Длина, мм	
С1	Сплошная прямая круглая перфорация	8/18 КР	15,5	1188	1998	~ 8,9
С2	Сплошная прямая квадратная перфорация	12/25 КВ	23	1200	2000	~ 8,1
Б1	Блочная круглая перфорация	8/18 КР	12,9	1224	2448	~ 9,2
Б2	Блочная квадратная перфорация	12/25 КВ	16,3	1200	2400	~ 8,8

устранение эффекта эха, достигается за счет уменьшения интенсивности отраженных звуковых волн от перфорированных поверхностей. Как показали испытания, конструкции с использованием плит обладают повышенным звукопоглощением. В зависимости от вида конструкции и типа перфорации коэффициент звукопоглощения находится в пределах $0,2 < \alpha < 1$. Благодаря этому плиты без ограничений могут использоваться для облицовки поверхностей в таких помещениях, как студии звукозаписи, кинотеатры, в том числе домашние, лингафонные кабинеты, колл-центры, аэропорты и вокзалы, офисы, кабинеты, залы переговоров, торговые залы, коридоры, больничные помещения, гостиницы, дома отдыха, учебные заведения, учреждения общественного питания.

Как показали испытания, конструкции с использованием плит КНАУФ-Акустика обладают повышенным звукопоглощением в зависимости от вида конструкции и типа перфорации (табл. 1). Данные получены в результате испытаний плит КНАУФ-Акустика в НИИ Строительной Физики в соответствии с ГОСТ 23499–2009. В качестве заполнителя применялись минеральная вата «Акустическая перегородка» производства ООО «Кнауф Инсулейшн».

В отличие от прародителя — гипсокартонного листа помимо утилитарных свойств плиты обладают еще и эстетическими достоинствами. В зависимости от требований дизайна плиты могут производиться с покрытием из нетканого полотна белого или черного цвета. Кроме того, новый продукт выпускается с различным рисунком перфорации, благодаря чему плиты имеют различные параметры звукопоглощения. Именно сочетание (перфорации и нетканого полотна) и дает мощный звукопоглощающий эффект. В помещениях с гладкими поверхностями звуковая волна неоднократно отражается от стен и потолков, создавая эффект эха, а в помещениях с КНАУФ-Акустикой, пройдя сквозь отверстия и нетканое полотно, теряется в зоне каркаса. За счет этого в помещении значительно снижается уровень шум и исчезает эффект эха. При определенных условиях монтажа может быть достигнут коэффициент звукопоглощения, равный 1 (100% поглощения звуковой волны).

Тип перфорации и дизайн плит

Типы перфорации приведены в табл. 2

В зависимости от рисунка перфорации дизайн плит подразделяют на следующие виды:

- сплошная перфорация, выполненная равномерно по всей плоскости плит;
- блочная перфорация, выполненная сгруппированными блоками.

С учетом рисунка и типа перфорации различают четыре вида дизайна плит (табл. 3). Каждый дизайн плит имеет свой рисунок перфорации и, как следствие, различные коэффициенты звукопоглощения. Для каждого дизайна плит существуют свои размеры, обусловленные необходимостью соблюдения единого дизайна на смежных плитах.

Отличием плит от подобных изделий из полимеров и других органических материалов является то, что они более безопасны и экологичны, так как по сути являются производными гипсокартонного листа. Гипс, составляющий основу изделий, обладает уникальными экологическими свойствами и создает комфортную среду обитания благодаря своей способности впитывать излишнюю влагу из воздуха и отдавать ее обратно при снижении влажности воздуха в помещении. Негорючесть гипса также является одной из важнейших характеристик. На плиты КНАУФ-Акустика имеется полный комплект разрешительной документации.

Плиты обладают всеми преимуществами материалов «сухого строительства». Они технологичны в обработке, их монтаж в каркасно-обшивных конструкциях отличается быстротой и простотой, что достигается благодаря отсутствию мокрых процессов.

Производство новинки в России началось в феврале 2011 г. на ООО «КНАУФ Гипс Новомосковск» в г. Новомосковске Тульской обл. Плиты выпускаются по ТУ-5767-007-01250242–2010 и имеют сертификат соответствия. Благодаря тому, что продукция производится в России и из местного сырья, конечная цена этих строительных материалов высшего качества очень привлекательна.

www.knauf.ru

А.В. ЕРЕМИН, магистр, А.П. ПУСТОВГАР, канд. техн. наук, Московский государственный строительный университет

Современные подходы к рентгенофазовому анализу гипсовых вяжущих

Гипсовые вяжущие относятся к системе $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. В данном ряду каждая устойчивая фаза имеет по несколько полиморфных модификаций (рис. 1) [1]. Присутствие той или иной модификации будет оказывать существенное влияние на процесс получения и свойства гипсового вяжущего.

Методы «мокрой химии», как правило используемые в заводских лабораториях для фазового анализа, требуют больших временных затрат и не позволяют оперативно контролировать количество и тип полиморфных модификаций.

Инструментальные методы анализа, основанные на зависимости физических свойств от химического состава, позволяют получать большой объем информации об образце. Одним из таких методов является порошковая рентгеновская дифрактометрия, которая позволяет с высокой точностью и за короткий промежуток времени получить информацию о качественном и количественном фазовом составе неизвестного материала.

Целью данной работы стала демонстрация возможностей современных методик порошковой дифрактометрии для фазового анализа гипсовых материалов.

Порошковая дифрактометрия основана на дифракции рентгеновского излучения на веществе. Согласно закону Вульфа-Брэгга (1) дифракционное отражение будет происходить лишь тогда, когда волны, рассеянные параллельными плоскостями внутри кристалла, оказываются в фазе и усиливают друг друга, т. е. когда разность хода при рассеянии от соседних плоскостей равна целому числу n длин волн λ :

$$n \cdot \lambda = 2 \cdot d_{hkl} \cdot \sin \Theta, \quad (1)$$

где n — порядок отражения; λ — длина волны; d_{hkl} — межплоскостное расстояние в решетке кристалла; Θ — угол дифракции.

Качественный рентгенофазовый анализ необходим для детектирования присутствия в смеси тех или иных

соединений (фаз), без определения их количественного содержания. Теоретические основы качественного рентгенофазового анализа можно кратко изложить в виде следующих утверждений [2]:

1. Каждое кристаллическое соединение обладает некоторой уникальной структурой, характеризующейся симметрией, метрикой элементарной ячейки и распределением атомов в ячейке.

2. Поскольку вид порошковой дифрактограммы индивидуального соединения зависит от метрики элементарной ячейки (положения дифракционных максимумов-рефлексов) и распределения атомов в ячейке (интенсивности рефлексов), каждое соединение характеризуется собственной, уникальной дифрактограммой.

3. При регистрации дифрактограммы смесей соединений результат представляет собой наложение дифрактограмм индивидуальных соединений, причем положение рефлексов, относящихся к отдельным фазам, не меняется, а относительная интенсивность зависит от содержания фаз в смеси.

4. Сравнивая положения и интенсивности рефлексов на экспериментальной дифрактограмме с дифрактограммами индивидуальных соединений, можно определить наличие или отсутствие того или иного соединения в смеси.

Процесс качественного рентгенофазового анализа в значительной степени облегчается существованием международной базы данных дифракционных стандартов (выпускается компанией ICDD — International Center for Diffraction Data) — базы данных PDF-2.

Количественный рентгенофазовый анализ необходим для определения количественного содержания соединений в смеси. Очевидно, что проведение корректного количественного РФА возможно только после исчерпывающего с точки зрения отнесения рефлексов качественного анализа.

Методы количественного РФА условно можно разделить на две группы: стандартные и бесстандартные. К стандартным методам относится метод добавок, заключающийся в построении зависимости интенсивности рефлекса фазы от количества такой же фазы, добавленной к исходной смеси, либо метод внутреннего стандарта — построение зависимости отношений интенсивностей рефлексов фаз — внутренний стандарт при разных количествах внутреннего стандарта. Использование данных методов для количественного анализа гипсовых материалов невозможно, потому что пробы имеют текстуру — образование преимущественной ориентации зерен кристаллических решеток в поликристалле.

Текстура гипсовых материалов обусловлена морфологией кристаллов, например двухводный гипс кристаллизуется в форме призм, вытянутых вдоль оси [100] и пластинок с совершенной спайностью по (100) и (011). Очевидно, что изменение интенсивностей рефлексов будет зависеть от типа и степени упорядочения кристаллитов. Таким образом, невозможно построить зависи-

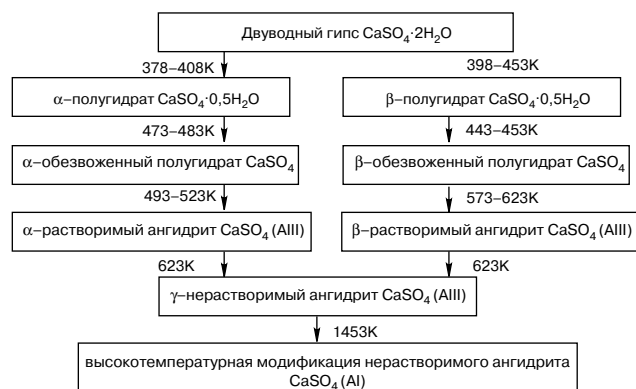


Рис. 1. Классификация кристаллических фаз системы $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

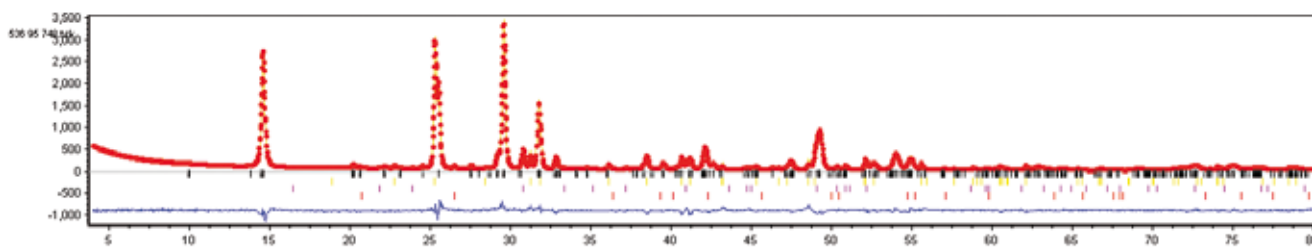


Рис. 2. Разностная дифрактограмма для пробы строительного гипса: желтым – экспериментальная, красным пунктиром – смоделированная по методу Ритвельда, синим – разностная дифрактограммы.

мости интенсивности от массы стандарта для гипсовых материалов.

Бесстандартный количественный РФА по методу Ритвельда [3] основан на моделировании экспериментальной дифрактограммы с целью получения наилучшего приближения теория – эксперимент. Входящими экспериментальными данными в этом случае служит набор зарегистрированных интенсивностей I в зависимости от величины дифракционного угла 2θ . Общее выражение для угловой зависимости интенсивности в теоретической модели:

$$I(2\theta) = B(2\theta) + k \sum_{\text{phkl}} |F_{\text{hkl}}|^2 \times \text{LPG} \times T_{\text{hkl}} \times P_{\text{hkl}}(2\theta_{\text{hkl}} - 2\theta), \quad (2)$$

где k – общий множитель; $B(2\theta)$ – фоновая интенсивность; p_{hkl} – фактор повторяемости; $|F_{\text{hkl}}|^2$ – квадрат модуля структурной амплитуды; LPG-фактор = Лоренц-Поляризация-Геометрия; T_{hkl} – текстурный фактор; $P_{\text{hkl}}(2\theta_{\text{hkl}} - 2\theta)$ – профильная функция.

Общий множитель k (в случае нескольких фаз набор таких множителей k_i , по одному для каждой фазы i) служит для учета влияния интенсивности первичного пучка на аналитический сигнал. При наличии в смеси нескольких фаз из величин этих множителей можно определить массовые доли w_i фаз в смеси по формуле (3):

$$w_i = (Z_i M_i V_i \times k_i) / \sum (Z_i M_i V_i \times k_i), \quad (3)$$

где Z_i – число формульных единиц в ячейке для фазы i ; M_i – относительная молекулярная масса формульной единицы для фазы i ; V_i – объем элементарной ячейки для фазы i .

Минимизация отклонения теория – эксперимент проводится путем варьирования набора переменных (общих и индивидуальных для каждой фазы). Стандартный порядок уточнения переменных: k_i , параметры фона → параметры элементарной ячейки → текстура → профильные параметры → структурные параметры.

Варьирование структурных параметров обычно требуется только в случае образования твердых растворов и выходит за рамки рутинного количественного РФА.

Качество проведенной минимизации отклонения (качество уточнения) оценивают по нескольким параметрам:

Результаты количественного РФА по методу Ритвельда. Концентрации фаз приведены в мас. %

Образец	Гипс	Бассанит	Ангидрит II	Доломит	Кварц	R_p/χ^2
Гипсовый камень	95,4 (8)	-	-	4,1 (3)	0,5 (1)	9,8/1,7
Строительный гипс	-	73,8 (7)	18,8 (5)	7 (4)	0,4 (1)	10/1,8

1. Общий вид разностной дифрактограммы (рис. 2). При высоком качестве уточнения максимумы на разностной дифрактограмме отсутствуют или незначительны по абсолютной величине.

2. Профильный фактор недоверности (профильный R-фактор), рассчитываемый по формуле:

$$R_p = 100\% \sum |I_{\text{эксп}} - I_{\text{теор}}| / \sum I_{\text{эксп}}, \quad (4)$$

Обычные значения фактора недоверности при качественном уточнении составляют 3–11%.

3. Величина χ^2 , зависящая как от суммарной разности между теоретической и экспериментальной дифрактограммами, так и от количества уточняемых параметров/числа рефлексов на дифрактограмме. Оптимальное значение χ^2 равно 1, при значениях 1–3 уточнение можно считать нормальным. Если величина χ^2 меньше 1, то это указывает на низкую величину соотношения сигнал/шум в дифракционном эксперименте (требуется более длительная регистрация).

Оценку качества уточнения проводят, основываясь на нескольких из упомянутых критериев, однако вид разностной дифрактограммы является наиболее корректным из них.

Рассмотрим применение порошковой дифрактометрии на гипсовых материалах. Были проанализированы две пробы: гипсовый камень – сырье для производства строительного гипса и образец строительного гипса.

Результаты количественного рентгенофазового анализа по методу Ритвельда представлены в таблице. На рис. 2 представлена разностная дифрактограмма после уточнения по методу Ритвельда для образца строительного гипса. По внешнему виду разностной дифрактограммы и по значениям R_p/χ^2 можно судить о высокой точности полученных данных о фазовом составе изученной пробы.

Таким образом, применение современных методов порошковой рентгеновской дифрактометрии для качественного и количественного анализа гипсовых материалов, позволяет однозначно идентифицировать фазы в системе $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ и определять их количество в различных образцах в диапазоне концентраций ~0.1–100 мас.% с высокой степенью точности.

Список литературы

1. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Чумаков Л.Д. Гипсовые материалы и изделия. М.: АСВ. 2004. 488 с.
2. Чижов П.С., Левин Э., Митяев А. Исследование нанообъектов методами рентгеновской дифракции, рентгеновской рефлектометрии, малоуглового рассеяния рентгеновских лучей. М.: МФТИ. 2011. 118 с.
3. R.A. Young. The Rietveld method. Oxford University Press. 1995. 298 p.

Международная
специализированная выставка

Керамика

31 октября – 3 ноября 2012 года

МВЦ «Крокус Экспо», II павильон

www.keramikaexpo.ru



Тематические разделы:

- строительная керамика
- техническая керамика
- оборудование для изготовления керамики, инструмент
- сырьевые материалы
- художественная керамика

Телефон: +7 (495) 983-0651, +7 (916) 970-2191

E-mail: tolstikova@crocus-off.ru



К 65-летию Валерия Ивановича Теличенко

24 июля 2012 г. ректору НИУ МГСУ, академику РААСН, доктору технических наук, профессору, Заслуженному деятелю науки Российской Федерации В.И. Теличенко исполнилось 65 лет.

Валерий Иванович Теличенко 45 лет провел в стенах строительного университета. Он закончил этот вуз, работал на разных должностях, начав свой путь с инженера, а в 2003 г. был избран ректором, в 2008 г. переизбран на новый срок. Благодаря своим личностным качествам, целеустремленности и открытости всему новому ему удалось не только добиться уважения и признания со стороны коллег и воспитанников, но также вывести МГСУ на совершенно новый уровень.

Вся жизнь В.И. Теличенко связана с решением коренных проблем образования и строительства. В течение ряда лет Валерий Иванович в составе творческих коллективов проводил исследования, связанные с совершенствованием строительных и дорожных машин, применением математических методов, компьютерных и информационных технологий в области организационно-технологического проектирования строительного производства. С начала 1990-х гг. он участвует в работе по созданию научно-методических основ экологизации строительного образования, проведении научных исследований в области обеспечения экологической безопасности строительства.

Научными результатами деятельности являются: разработка теории гибких строительных технологий, теории моделирования строительных процессов, научно-методологических основ управления автоматизированным проектированием и строительством крупных строительных объектов с использованием телекоммуникаций и IT-технологий, теоретических основ и практических методов обеспечения качества и экологической безопасности строительных технологий.

В.И. Теличенко опубликовал более 450 научных трудов, в том числе более 40 учебников, учебных пособий и монографий.

Под руководством В.И. Теличенко МГСУ вошел в число лидирующих технических вузов России. В 2010 г. МГСУ была присвоена престижная категория «Национальный исследовательский университет», открывшая новые возможности для развития строительной науки в масштабах всей страны. В 2011 г. по инициативе НИУ МГСУ было подписано соглашение о создании Отраслевого стратегического партнерства в строительной отрасли.

Редакция журнала «Строительные материалы»® искренне поздравляет Валерия Ивановича Теличенко и желает успеха, дальнейших побед и свершений.

К 60-летию Андрея Ивановича Звездова



Андрей Иванович Звездов, доктор технических наук, Заслуженный строитель РФ, лауреат премий Правительства РФ 1997 и 2000 гг., первый вице-президент Российской инженерной академии, президент Ассоциации «Железобетон», заместитель генерального директора ОАО НИЦ «Строительство» по научной деятельности родился 8 августа 1952 г. в г. Череповце Вологодской области. По окончании Кузбасского политехнического института (Кемерово) он преподавал на кафедре строительных конструкций, где начал заниматься научной работой. В 1977 г. Андрей Иванович поступил в очную аспирантуру знаменитого НИИЖБ, и с тех пор вся его трудовая деятельность связана с этим научным учреждением. В годы учебы в аспирантуре А.И. Звездов с коллегами впервые в мировой практике разработал конструкции «на пролет» размером 3×18 и 3×24 м для бескровных крыши промышленных зданий.

В 1980–1985 гг. Андрей Иванович работал, а затем возглавлял Сибирский филиал КТБ НИИЖБ. По приглашению директора НИИЖБ К.В. Михайлова А.И. Звездов возвратился в Москву, где в 1987 г. его избрали заведующим лабораторией непрерывно армированных и самонапряженных конструкций. Под руководством А.И. Звездова лаборатория относительно успешно пережила начало социально-экономических преобразований. В те годы проводились исследования свойств напрягающего цемента, напрягающих бетонов и самонапряженных конструкций. Была сформулирована концепция бетонов с компенсированной усадкой, на ее основе созданы различные минеральные расширяющие добавки.

В 1994 г. А.И. Звездов был избран директором института НИИЖБ, которым он руководил почти 12 лет. Под его руководством в частности разработана технология монолитного поробетона, не требующего сушки после укладки и обеспечивающего высокую скорость набора прочности. Для реставрационных и восстановительных работ разработан специальный материал, отвечающий не только эстетическим требованиям, но и способный не менее 50-и лет служить в условиях агрессивной среды промышленного центра.

В 2005 г., не желая участвовать в переделе недвижимого имущества государственного учреждения, А.И. Звездов вынужденно покинул родной институт. В настоящее время, занимая должность заместителя директора НИЦ «Строительство», объединившего НИИЖБ, ЦНИИСК и НИИОСП, А.И. Звездов вновь борется за возрождение отечественной науки. Благодаря усилиям А.И. Звездова НИИЖБ остается специализированным институтом, решающим комплекс задач по расчету, конструированию, технологии изготовления и производства сборных и монолитных железобетонных конструкций.

А.И. Звездов автор более 100 научных работ, 32 патентов и изобретений.

Редакция, редакционный совет и коллеги сердечно поздравляют А.И. Звездова с 60-летием и желают крепкого здоровья, новых творческих и научных достижений.



«ЧЕРКЕССКСТРОМ» — 20 лет успешного развития

Начало

История ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ» — яркая иллюстрация нового позитивного развития производственного капитала России, возникновения нового класса промышленной (но не сырьевой) элиты на руинах недостроенного социализма.

На заре перестройки у бессменного руководителя предприятия Мухадина Чашифовича Тамова возникла идея создать современное высокотехнологичное предприятие по производству строительных материалов. В конце 1980-х — начале 1990-х гг. стремительно менялся социально-экономический уклад, законодательство, да и вся не очень сытая, но все-таки размеренная жизнь, поэтому от идеи до начала ее воплощения прошло несколько непростых лет и организационно-правовых метаморфоз.

Точкой отсчета истории своего дела М.Ч. Тамов считает июль 1992 г., когда было зарегистрировано ТОО «Керамика-Т», уставной деятельностью которого были строительно-монтажные работы и производство строительных материалов.

Решение строить завод по выпуску керамзитового гравия мощностью 100 тыс. м³ в год пришло не случайно. Проработав долгое время в ПМК «Агропромстрой», М.Ч. Тамов прекрасно знал как возможности промышленности республики, так и потребности строительного комплекса. При хорошей обеспеченности цементом и плотными заполнителями, керамзит в то время в республике никто не выпускал, хотя сырьевая база это позволяла. Значительная потребность в легких заполнителях покрывалась за счет внешних поставок. В течение 1993 г. было заказано техноло-



Мухадин Чашифович Тамов — основатель предприятия

гическое оборудование, получена лицензия на разработку Черкесского месторождения керамзитовых глин. Одновременно было запущено производство товарного бетона: новое предприятие стало не только требовать инвестиций, но и приносить доход.

25 декабря 1994 г. государственной приемной комиссией цех керамзитового гравия был принят в эксплуатацию с оценкой «отлично». В строй вступило одно из первых промышленных предприятий в обновляемой России, построенное за счет частных инвестиций. Здесь возможно было бы употребить штамп про завод, построенный «в чистом поле», но дальнейший успех предприятия, его последовательное превращение в производителя широкого ассортимента продукции убеждает в том, что «поле» было тщательно подготовлено для вращивания нового производственного потенциала республики. Имея профильное образование, опыт производственной и организационной работы, руководитель предприятия М.Ч. Тамов разработал правильную стратегию, собрал вокруг себя коллектив единомышленников и профессионалов и начал планомерную работу по реализации задуманного плана. О многом говорит тот факт, что на новом предприятии была создана прекрасная научно-производственная лаборатория, которая позволила не только вести традиционную работу по контролю качества сырья и готовой продукции, но и проводить научные исследования.

Созидательная деятельность М.Ч. Тамова была отмечена руководством республики, в 1996 г. ему было присвоено звание Заслуженный строитель Карачаево-Черкесской Республики.



Зав. лабораторией ОТК Аслихан Назировна Курачинова (справа) работает на заводе с 1995 г. Сегодня она передает свой опыт и знания молодому поколению специалистов

Керамзит торговой марки «Тамэ МММ»®

Итак, в Карачаево-Черкесской Республике заработали две линии по выпуску керамзитового гравия, постоянное высокое качество которого было обусловлено передовыми технологическими и инженерными решениями (кстати, автором многих из них является М.Ч. Тамов с коллегами), а также высококачественным глинистым сырьем. Наступило время маркетинговой службе предприятия продемонстрировать свой профессионализм. Первыми партнерами нового завода стали Изобильненский ККПД, Армавирский ДСК, Черкесский ДСК, Ростовские ЖБК, ККПД и Дон КПД, СМУ «АЗОТ».

Следует отметить, что продукция нового завода быстро попала в поле зрения известного советского государственного деятеля Героя социалистического труда, бывшего заместителя председателя Госстроя СССР М.Г. Чентемирова, одного из инициаторов внедрения керамзита в строительство, которого часто называют отцом керамзита. Уже отойдя от больших государственных дел и работая в НИИЖБ, Минас Георгиевич постоянно бывал на предприятиях, в частности на Армавирском ДСК. Именно он, посетив керамзитовый завод «ЧЕРКЕССКСТРОМ», стал инициатором научной работы М.Ч. Тамова, который, завершив обучение в аспирантуре НИИЖБ, в 1998 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию под руководством д-ра техн. наук А.И. Звездова.

К началу 2000-х гг. керамзитовый гравий торговой марки «Тамэ МММ» стал широко известен по всему югу России.

В настоящее время предприятие выпускает керамзит по запатентованной технологии (патенты № 2210042 от 08.01.2002 г. и № 2111816 от 24.04.2002 г.) двух фракций: 10–20 мм и 0–10 мм (дробленый) с насыпной плотностью 280–350 и 330–430 кг/м³ соответственно.

Керамзитовый гравий прошел добровольную сертификацию. Менеджмент качества осуществляется по ГОСТ Р ИСО 9000-2001 и ГОСТ Р ИСО 9004-2001.

Керамзит производства «ЧЕРКЕССКСТРОМ» применяется в качестве заполнителя при производстве легких бетонов в сборно-каркасном, монолитном, панельном и объемно-блочном домостроении, при изготовлении мелкоштучных стеновых блоков, используется для теплоизоляционных засыпок кровель и трубопроводов, выравнивающих и теплоизоляционных засыпок оснований сборных полов, для устройства теплоизоляционных стяжек, а также в качестве субстрата в гидропонной технологии растениеводства.

Как уже было отмечено, оснащение заводской лаборатории, а также возможность проводить полномасштабные промышленные эксперименты позволили М.Ч. Тамову продолжить научную работу, результатом которой стали не только защита докторской диссертации в 2005 г., но и получение ряда патентов, постоянная модернизация производства и совершенствование технологии (см. публикации в журнале «Строительные материалы» за 1998–2004 гг.). Успех предприятия на фоне уже не одного экономического кризиса свидетельствует о высокой эффективности сочетания научного и производственного потенциала в промышленности.

В настоящее время керамзитовый гравий производства «ЧЕРКЕССКСТРОМ» поставляется на самые ответственные олимпийские объекты в г. Сочи, среди которых главный медиацентр с гостиной на 600 номеров, малая ледовая арена для фигурного катания и многие другие.



Сухие строительные смеси торговой марки «ЛИТОКС»®

Экономическая теория говорит о том, что успешное функционирование производственного капитала возможно при условии постоянного развития и чуткой реакции на изменение рыночной ситуации.

В 2006 г. стала очевидна необходимость расширения ассортимента продукции. Было принято решение о строительстве завода по производству сухих строительных смесей (ССС). И вновь развитие научно-технического потенциала опередило производственный. В августе 2007 г. на базе заводской лаборатории был создан испытательный центр по строительным материалам, аккредитованный Госстандартом РФ. Именно в нем под руководством д-ра техн. наук М.Ч. Тамова производилась разработка рецептур. К данной работе также привлекались известные ученые в области строительного материаловедения. Новая торговая марка СССР получила название ЛИТОКС®.

Поставщиком оборудования стала российская компания «ВСЕЛУГ» и ряд зарубежных фирм – разработчиков приборов и оборудования.

1 декабря 2008 г. автоматизированный завод по производству СССР был запущен в эксплуатацию. Его мощность составляет 100 т в смену.

Цех по производству СССР входит в единый комплекс предприятия и технологически связан с цехом керамзитового гравия. Сушка песка для сухих смесей осуществляется отходящими газами от обжиговых вращающихся печей, что исключает необходимость использования дополнительного топлива, а следовательно, и дополнительных выбросов в атмосферу диоксида углерода.

В ассортиментную линейку входят смеси на цементной и гипсовой основе: клеевые, штукатурные, шпатлевочные, а также смеси для устройства наливных полов. Особенно специалисты предприятия гордятся разработкой быстротвердеющего наливного пола «КОМПОЗИТ» на композиционном вяжущем, который в настоящее время не имеет аналогов на территории ЮФО и СКФО.





За прошедшие 20 лет небольшое индивидуальное частное предприятие превратилось в крупный промышленный комплекс полного цикла от добычи сырья до отгрузки готовой продукции, выпускающий широкий ассортимент высококачественных востребованных рынком строительных материалов, обеспеченный развитой транспортной инфраструктурой, включая собственную железнодорожную ветку. Высокотехнологичные ремонтно-механи-

ческие цеха, оснащенные новыми тяжелыми и средними металлообрабатывающими станками, испытательный научно-производственный центр позволяют не только разрабатывать и испытывать новую продукцию, но и постоянно модернизировать производство, изготавливать и совершенствовать производственное оборудование самостоятельно, что, конечно же, положительно влияет на маневренность и себестоимость производства.

Команда Тамова

Но весь этот прекрасный научно-производственный комплекс был бы грудой металла, несмотря на высокую степень автоматизации, без команды профессионалов, которая приводит в движение весь бизнес-механизм. Это их трудом достигнута высокая общественная и профессиональная оценка «ЧЕРКЕССКСТРОМ»: с 1998 по 2010 гг. предприятие неоднократно включалось в рейтинг лучших предприятий РФ отрасли – лидеров строительного комплекса России, становилось лауреатом Всероссийского конкурса на лучшую строительную организацию, предприятие строительных материалов и стройиндустрии.

В 2003 г. предприятие «ЧЕРКЕССКСТРОМ» стало членом научно-технической организации Ассоциация «Железобетон», в этом же году М.Ч. Тамову было присвоено звание Почетный строитель России. В 2006 г. он избран действительным членом Российской инженерной академии.

Продолжая семейное дело, в бизнес пришли сыновья основателя предприятия. Это означает, что формируется новое поколение производственной элиты России, привыкшее созидать, заботиться о людях, платить налоги, активно участвовать в социальной жизни своего города, своей республики, своей страны. Это ли не награда старшему поколению за тяжкий труд, бессонные ночи и раннюю седину?

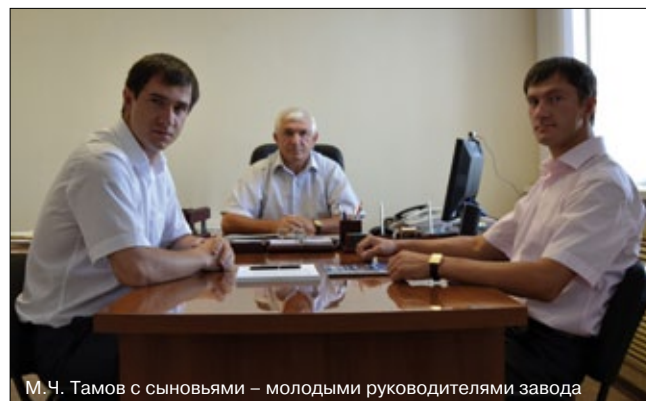
Об устойчивом развитии предприятия свидетельствуют и другие династии. Практически одновременно с директором в ноябре 1992 г. пришел на предприятие старший мастер М.Г. Шаков, сегодня рядом с отцом трудится его сын Ренат. Бухгалтер О.А. Наптугова работает на «ЧЕРКЕССКСТРОМ» 19,5 лет, в этом году ее сын также стал работать на предприятии. Более 18 лет составляет общий стаж работы на предприятии семьи Патракеевых. Предприятие растет и расширяется, растут дети в семьях его сотрудников, многие видят свое будущее вместе с ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ».

За 20 лет успешного поступательного развития ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ» доказало свою устойчивость на рынке, не раз продемонстрировало свой творческий и производственный потенциал, заслужило уважение и доверие клиентов.

Пожелаем коллективу ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ» – так держать!



Мухамед Галиевич Шаков (слева), старший мастер цеха ССС, соратник М.Ч. Тамова с первых дней основания компании; Александр Петрович Прунов работает на предприятии с 1993 г. после службы в армии, получил высшее образование, вырос до должности главного энергетика; Надежда Петровна Прудникова пришла в «ЧЕРКЕССКСТРОМ» в кризисном 1998 г., в настоящее время начальник производственно-технического отдела, Почетный строитель РФ



М.Ч. Тамов с сыновьями – молодыми руководителями завода

ООО «ЧЕРКЕССКСТРОМ»
369000, РФ, Карачаево-Черкесская Республика, Пятигорское ш., д. 7 В
(8782) 21-00-77 e-mail: chstrom@mail.ru
www.ch-m.ru

Возрождение крупнопанельного домостроения позволит решить жилищные проблемы в России

28–29 мая 2012 г. в Москве в «Президент-отеле» прошла II Международная научно-практическая конференция «Возрождение крупнопанельного домостроения в России», организованная Центральным научно-исследовательским и проектным институтом жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища) и объединенной редакцией научно-технических и производственных журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство» при поддержке Министерства регионального развития Российской Федерации, Комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера, Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), Союза архитекторов России, а также спонсора мероприятия – Группы ЛСР и партнеров конференции – ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг» и Ebawe Anlagentechnik (Германия). В работе конференции приняли участие более 250 руководителей и ведущих специалистов строительно-инвестиционных компаний, домостроительных комбинатов, заводов КПД, проектных институтов, предприятий машиностроения из 32 регионов России, стран СНГ, зарубежных стран.

За время, прошедшее с I Международной научно-практической конференции «Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса», во исполнение ряда решений конференции выполнено:

- при Министерстве регионального развития РФ создан приказом № 558 Консультационно-экспертный совет по контролю и реализации Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения до 2020 года, целью которого является обеспечение согласованных действий при реализации Стратегии, в том числе обеспечение координации действий в процессе строительства и модернизации предприятий строительных материалов, изделий и конструкций, имеющих межрегиональное значение;

- при Консультационно-экспертном совете создано 7 рабочих групп, обеспечивающих текущую работу с регионами, предприятиями и организациями строительной отрасли. Перед рабочими группами поставлены задачи, включающие предложения, записанные в решении конференции: подготовка предложений по модернизации базы крупнопанельного домостроения, проведение анкетирования и анализ существующей индустриальной базы домостроения, анализ проектной базы страны и подготовка Общероссийского каталога проектов жилых домов эконом-класса и массовых общественных зданий, оценка и подготовка предложений по технологическому перевооружению и модернизации домостроительных предприятий, анализ использования современных строительных материалов и другие вопросы;

- проведено анкетирование существующей базы крупнопанельного домостроения с целью выявления современного состояния производственной и проектной базы, получены ответы от 160 предприятий КПД страны при общем количестве около 200.

Актуальность проведения второй конференции продиктована необходимостью решения жилищной проблемы почти для 30 млн человек, большую часть из которых составляют малообеспеченные граждане. Известно, что средняя обеспеченность жильем в Российской Федерации 20–21 м² на человека, однако доля аварийного и ветхого жилья остается высокой. Необходимость строительства в сжатые сроки качественного, комфортного и доступного жилья очевидна. В стране существует проблема создания рынка арендного жилья, которое должно составлять 20–25% всего жилищного фонда. Высокий интерес руководителей домостроительных предприятий, проектных институтов, инвестиционно-строительных и девелоперских компаний, инжиниринговых и машиностроительных фирм, проявленный к конференции, прошедшей в прошлом году, подтвердил необходимость организации таких мероприятий ежегодно для получения новейшей информации о современных технологиях и материалах, общения, обмена опытом, обсуждения принятых решений.

По состоянию на 2012 г. из 409 существующих домостроительных комбинатов продолжает действовать около половины предприятий, которые в общем производят 10–12 млн м² жилья ежегодно, хотя их производственная мощность составляет 35–40 млн м². Резерв увеличения объемов ввода жилья в Российской Федерации составляет 25–35 млн м². При этом из 210 действующих домостроительных комбинатов только 30 – современные производства.

Заинтересованность производителей в выпуске качественно новой, доступной по цене домостроительной продукции была очевидна и в этом году. Большой интерес вызвало выступление генерального директора ЦНИИЭП жилища **С.В. Николаева**, который напомнил, что 1/3 жилого фонда РФ не соответствует среднемировым качественным показателям, а рост объема аварийного жилого фонда в 2010 г. увеличился на 50% по сравнению с 2003 г. В 2011 г. введено 62,3 млн м² жилья (0,43 м² на человека). В 2012 г. надо построить 70 млн м², а к 2016 г. достичь объемов ввода жилья 100 млн м². Строительство достаточного количества жилья без возрождения индустриального домостроения невозможно. Без сборного, панельного домостроения ни одна страна в Европе, а теперь и в Азии не решает задачу массового жилищного строительства. Практический опыт модернизации предприятий КПД показывает, что необходимо не более 5 тыс. р. на 1 м² производственной мощности при 100% закупке зарубежного оборудования, форм и оснастки. Эти расходы можно снизить до 3,5–4 тыс. р. на 1 м² производственной мощности за счет частичного изготовления оборудования на отечественных машиностроительных предприятиях. Анализ объемов производства кон-



Выступает **С.В. Николаев**, генеральный директор ЦНИИЭП жилища



Опыт модернизации предприятий Группы ЛСР поделился руководитель бизнес-единицы «ЛСР. Строительство. Москва» **А.Г. Горшенёв**. Он показал, что модернизация производственных мощностей может дать наиболее ощутимый эффект только при условии комплексной модернизации бизне-

сеса: модернизации производственных мощностей и автоматизации всех процессов; эффективного использования связи проектирования с производством и дальнейшим строительством. Такие мероприятия позволяют снизить издержки за счет типизации, стандартизации и автоматизации всех видов работ, а также за счет многообразия решений домов из ЖБИ. Взаимодействие ДСК Группы ЛСР в производстве возможно за счет внедрения одинакового производственного оборудования и единых стандартов в проектировании, производстве и строительстве. Для этого необходим единый координационный совет и отлаженная система коммуникации. Такая схема позволит совместно выполнять крупные заказы и внедрять эффективные разработки одно-го ДСК в других регионах в короткие сроки.



О модернизации десяти заводов КПД в России рассказал **В. Лихтнер** (Ebawe Anlagentechnik GmbH, Германия). Он подробно остановился о переоборудовании самого большого на Юге России завода по производству сборных элементов ЗАО «Комбинат крупнопанельного домостроения» в Ростове-на-Дону, введенного в эксплуата-

цию в августе 2008 г. производительностью: внутренние стеновые элементы – около 1350 м² в день; массивные плиты перекрытия – 1100 м²; сэндвичные элементы – 800 м². В ноябре 2011 г. строительной компанией «Кировспецмонтаж» (Киров) введена новая производственная линия по изготовлению трехслойных стеновых панелей по гибкой технологии производительностью 250 м² элементов в смену.



Генеральный директор ЗАО «Инженерная компания «ИНТЕРБЛОК» (Москва) **О.В. Богомолов** предложил для тепловлажностной обработки изделий на предприятиях ЖБИ и КПД использовать технологию производства парогазовоздушной смеси – технологического пара на основе применения парогенераторов,

позволяющую сократить расходы на производство пара на 50–70%. Это позволяет снизить себестоимость продукции, так как затраты на производство пара для ТВО могут достигать 80–90% от общих затрат предприятия на тепловую энергию.

струкций и деталей из сборного железобетона в 2011 г. показывает рост выпуска плит, панелей и настила перекрытий и покрытий на 34,2%, конструкций каркаса – на 39,4%. А вот выпуск конструкций стен и перегородок сократился в 2011 г. на 22,4%. Этот сегмент рынка необходимо вернуть, так как крупнопанельное домостроение нуждается в кардинальных изменениях и в существующем виде перестает удовлетворять рынок. Станислав Васильевич предложил несколько этапов модернизации базы КПД: первый – переход на систему несущих продольных стен (длиной до 6 м) и использование в качестве перекрытий многопустотных длинномерных плит (длиной свыше 7,2 м), что позволит создавать свободную планировку жилых ячеек в малоэтажных и многоквартирных домах; второй этап – введение в номенклатуру выпускаемых изделий элементов каркаса – колонн, балок, ригелей, что позволит создать абсолютно универсальную систему строительства зданий городской инфраструктуры.

В выступлении директора по научной деятельности ЦНИИЭП жилища **А.А. Магая** приведен анализ по выявлению производственной базы КПД в России: в восьми республиках, округах и областях база КПД отсутствует (в четырех регионах предприятия КПД исчезли в постсоветское время). Большинство действующих заводов выпускает серии, разработанные еще в 1970–1990-е гг. Вместе с тем качество устаревших серий крупнопанельных жилых домов, освоенных 20–30 лет назад, не отвечает современным требованиям не только с позиций потребителя, но и с позиций государства, вынужденного нести затраты по его отоплению. Современные панельные дома имеют совершенно другие теплотехнические характеристики, металлоемкость при их производстве снижается на 25–30%. Квартиры в этих домах могут иметь свободную планировку внутренних пространств. Из-за спада производства в 1990–2000 гг. и отсутствия средств на техническое переоснащение практически ликвидирована отечественная машиностроительная промышленность, поставляющая оборудование и оснастку, что задержало замену устаревшего оборудования. Степень износа основных фондов отрасли составляет 60–80%. На предприятиях используются энергосберегающие технологии, при строительстве жилья – устаревшие и неэффективные технологии и строительные материалы, что приводит к повышенному потреблению тепла и электроэнергии.

В конце 2011 г. приказом № 558 Минрегиона РФ создан Консультационно-экспертный совет по контролю и реализации Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения до 2020 г. С учетом того, что более 90% предприятий промышленности стройматериалов находится в частной собственности, в Стратегии делается ставка на меры стимулирования модернизации отрасли и содействие саморегулированию, а не на бюджетное финансирование: в ФЦП «Жилище» предусмотрен механизм компенсации ставки по кредитам на модернизацию предприятий. На эти цели в 2011–2015 гг. из федерального бюджета будет выделено 21,7 млрд р.; в региональные программы жилищного строительства заложено предоставление подготовленных площадок для строительства производств стройматериалов; Фонд РЖС предоставляет участки для строительства объектов промышленности стройматериалов с инженерными коммуникациями и инфраструктурой.

Руководитель Департамента развития строительства, строительных технологий и промышленности строительных материалов Фонда «РЖС» **А.С. Старовойтов** представил механизм работы Фонда «РЖС»: при заключении договора после проведения аукциона Фонд оказывает содействие разработке градостроительной документации и архитектурно-строительному проектированию; обеспечивает участок инженерной инфраструктурой; подписывает план мероприятий по размещению объектов, предназначенных для производства строительных материалов, изделий и конструкций; содействует в доступе к финансовым ресурсам; проводит мониторинг реализации проекта. Срок освоения земельных участков Фонда «РЖС» от даты проведения аукциона до ввода в эксплуатацию первой очереди составляет 1,7 года. Срок реализации аналогичных проектов, реализуемых без участия Фонда «РЖС», более чем в 2 раза больше и составляет 3,5 года. Средний срок реализации проектов, осуществляемых на земельных участках Фонда

«РЖС», от поступления в Фонд «РЖС» информации о земельном участке до ввода в эксплуатацию первой очереди строительства, составляет 2,7 года, что в 1,9 раза меньше средних сроков реализации аналогичных проектов, осуществляемых без участия Фонда «РЖС».

На секции «Технология и оборудование предприятий ДСК и КПД» заслушано 12 докладов о современных решениях и технологиях для заводов КПД представителей западных и отечественных производителей оборудования, а также доклады о новых энергоэффективных материалах для производства и отделки наружных стеновых панелей – самые насущные в этом году вопросы. На секции «Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий» обсуждались возможности современного проектирования крупнопанельного жилья и объектов городской инфраструктуры, а также проблемы конструирования промышленных изделий КПД. Необходимо отметить, что заинтересованность в возрождении крупнопанельного домостроения увеличивается с каждым годом. 39 новых компаний из России, стран СНГ, зарубежных стран приняли участие во второй конференции.

В рамках конференции 29 мая состоялась выездная сессия, объединившая два технических тура. В этом году все участники конференции смогли посетить 25-этажную башню «ЕвроПа» в г. Реутов (объект Группы ЛСР) и ОАО «Завод ЖБИ-6» (предприятие группы ЛСР) в Москве.

Обсудив итоги пленарной и секционной программы (заслушано 34 доклада) и выездной сессии, участники конференции констатировали, что основным локомотивом в решении жилищной проблемы в стране остается база крупнопанельного домостроения.

Горизонт решения жилищной проблемы как достижение обеспеченности жильем в 30 м² на человека ожидается исходя из установок руководства страны и «Стратегии-2020» на период 2022–2026 гг.

С учетом того, что средняя обеспеченность жильем в 30 м² наступит через 10–15 лет, а строительство жилых домов ведется в расчете на срок службы 80 и более лет, необходимо поновому подойти к модернизации домостроительных предприятий на основе выпуска проектов жилых домов с гибкой планировкой квартир, позволяющей изменять размеры комнат, кухонь, санузлов и других помещений по желанию жителей и будущих покупателей. Особенно это касается строительства жилья экономкласса, невозможность изменения планировочных решений квартир в которых приведет к моральному старению этого жилья через 15–20 лет.

В этой связи представляется целесообразным проводить модернизацию домостроительных предприятий в два этапа:

1 этап – при проектировании жилых зданий, особенно экономкласса, рекомендуется обратить внимание на возможность перепланировки помещений в течение всего срока службы здания. Рекомендуется переходить на строительство жилых зданий с продольно несущими стенами и использование в качестве перекрытия многослойных плит безопалубочно-го формования и устройство межквартирных и межкомнатных стен из сборно-разборных ненесущих элементов, например, блочного типа;

2 этап – введение в номенклатуру строящихся зданий элементов каркаса – колонн, ригелей и балок, позволяющих строить здания социального (детские сады, школы, поликлиники) и общественного назначения. Такая модернизация предприятий позволит стране перейти в индустриальном домостроении на строительство зданий по панельно-каркасной системе (ПКД) и снять существующие в панельном домостроении ограничения.

Участники конференции приняли решение, в котором в частности отмечается:

- необходимость разработки Положения по налоговым льготам или субсидированным процентным ставкам по кредитам на развитие и модернизацию базы панельно-каркасного домостроения, в том числе при организации производства современного технологического оборудования на отечественных машиностроительных предприятиях;
- целесообразность создания определенных преференций продукции модернизированных домостроительных предприятий.



О преимуществах полифункциональных легких бетонов для индустриального домостроения рассказал заведующий лабораторией НИИСФ РААСН **В.Н. Ярмаковский** (Москва). Он предложил пути совершенствования конструктивных решений трехслойных наружных стеновых панелей: замена жестких связей на гибкие базальтопластиковые и переход от панелей с плитным утеплителем и различными связями слоев к панелям бесстыкового варианта со всеми слоями из легких бетонов (наружный и внутренний слои из конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона классов В12,5–В15 для несущих панелей и средним утепляющим слоем из особо легкого бетона, в частности полистиролбетона марок по плотности D350–D400). Например, Томская домостроительная компания впервые для предприятий стройиндустрии Сибири организовала производство несущих трехслойных наружных стеновых панелей с наружным и внутренним слоями и жесткими связями (шпонками) между ними, заменив тяжелый бетон на равнопрочный легкий бетон с использованием керамзита собственного производства. Это позволило снизить практически в два раза теплопотери через железобетонные переемы, являющиеся мостиками холода; повысить теплотехническую однородность конструкции благодаря меньшей разнице в значении λ_0 легкого бетона слоев панели и плитного утеплителя; уменьшить степень напряженного состояния в конструктивных элементах панели, особенно в узлах сопряжений железобетонных связей (ребер или шпонок) с наружным слоем, благодаря особенностям деформативности при силовых нагрузках и температурных нагрузках легкого бетона, а также более высокой усталостной прочности. При производстве многослойных предварительно напряженных панелей перекрытий применение легкого бетона обеспечивает возможность снижения расхода стальной арматуры в нижележащих конструкциях и фундаментах на 10–15%; уменьшение теплопотерь в местах сопряжения с наружными стенами с 20–25% до 10–12%.





В.В. Дмитриев, заместитель генерального директора ОАО «Домостроительный комбинат» (Воронеж)



Слева руководитель бизнес-единицы «ЛСР.Строительство, Северо-Запад», управляющий ЗАО «ДСК «Блок» **В.И. Черняев** (Санкт-Петербург) и генеральный директор ЗАО «ПАТРИОТ-Инжиниринг» **С.Е. Шмелев** (Москва)



А.Б. Кротиков, заместитель генерального директора ЗАЛ «Элтикон» (слева) и **Н.А. Вялых**, главный технологи ОАО «Курский завод КПД»



Трехслойные панели – наиболее обсуждаемая тема в этом году для ученых, производственников, конструкторов. **В.С. Грызлов**, д-р техн. наук, профессор Череповецкого государственного университета (слева) и **О.Г. Бородавко**, главный инженер «ЗАО «Комбинат крупнопанельного домостроения» (Ростовская обл.)



Дискуссионное выступление главного инженера ООО «СУОР» **И.В. Юдина** (г. Чебоксары, Чувашская Республика). С 2005 г. на этом предприятии организован выпуск элементов сборно-монолитного каркаса из модифицированного конструкционного легкого бетона классов по прочности при сжатии В25–В35, марок по плотности D1750–D1850, изготавливаемого на высокопрочном керамзитовом гравии собственного производства. Каркас имеет смешанную конструктивную схему с продольными и поперечными ригелями и предназначен для применения в строительстве многоэтажных каркасно-панельных жилых зданий. Там же организован выпуск забивных свай из керамзитобетона В30 для свайного ростверка каркасно-панельных зданий, а с 2003 г. – производство трехслойных наружных стеновых панелей с плитным утеплителем и гибкими базальто-пластиковыми связями при использовании вместо тяжелого бетона керамзитобетона собственного производства.

Большой интерес участников конференции вызвал доклад зав. кафедрой Ивановского ГАСУ **А.М. Ибрагимова**, в котором рассмотрены вопросы проектирования, изготовления и эксплуатации трехслойных ограждающих конструкций. По мнению докладчика, в крупнопанельном домостроении по возможности следует отказаться от трехслойных панелей с внутренним расположением утепляющего слоя и вернуться к хорошо зарекомендовавшим себя однослойным панелям с наружным утеплением. Дальнейшие научные и конструктивные разработки необходимо направить на разработку мест примыкания оконных и дверных блоков к телу панели.





В этом году участники конференции выразили пожелание не делить технический тур в соответствии с секциями и все вместе отправились на объекты Группы ЛСР – генерального спонсора конференции. На ОАО «Завод ЖБИ-6» коллеги познакомились с новой технологической линией, организацией производства и продукцией предприятия. На стройке они осмотрели 25-этажную башню, построенную из панелей Завода ЖБИ-6.



EBAWE – технология завое

EBAWE десятилетиями является надежным и компетентным партнером для Восточной Европы. Факторами успеха являются: качество “Сделано в Германии” и тот факт, что EBAWE – единственный комплексный поставщик, предлагает всё “из одних рук”. EBAWE предлагает полный спектр технологического оснащения, разработанного специально для восточно-европейских предприятий, производящих бетонные элементы для домостроения, среди которых массивные стеновые панели и плиты перекрытия, наружные стеновые сэндвич-панели и облагороженные фасадные элементы. Будь то комплексные заводы или отдельные линии циркуляции паллет, объемные формы, арматурное производство, программное обеспечение, автоматические линии адресной подачи бетона и другое оборудование, EBAWE для клиентов – главный партнер по договору и контактам. Всё будет согласовано до мелочей, все работают рука об руку.



Вид на новый производственный цех завода КГД КУП «Брестжилстрой» (Брест, Республика Беларусь)



Автоматическое заполнение бетонораздатчика при помощи новой линии автоматической подачи бетона фирмы Kibat



Готовый жилой парк из сборного железобетона, построенный ООО «Домостроительный комбинат» (г. Набережные Челны, Россия)

В остальной части Европы и Азии реализованные проекты фирмы EBAWE обширно представлены. Производственные линии в Центральной Европе отличаются высокой автоматизацией при низкой потребности в персонале. Решения для азиатских стран рассчитаны, в частности, на преобладающий в этих регионах рост строительства. Наряду с многоэтажными жилыми зданиями, в этом регионе сооружаются в большом количестве одно- и двухквартирные дома, которые должны выдерживать землетрясения силой до 7 баллов по шкале Рихтера. Показательным примером тому является фирма Prukca Real Estate Co. Ltd. недалеко от Бангкока (Тайланд), где специалисты фирмы EBAWE установили линии циркуляции паллет. Фирма Prukca Real Estate Co. Ltd – один из самых больших заводов в мире по производству бетонных доборных элементов. В будущем на новой линии будет производиться 112 тыс. м² площади стеновых панелей ежемесячно.

В настоящее время специалистам фирмы EBAWE в России предстоит следующий большой проект: весной 2011 г. после трехлетних переговоров получен новый заказ от ООО «Домостроительный комбинат» в г. Набережные Челны (Республика Татарстан). При церемонии подписания контракта по модернизации и расширению существующего завода по производству элементов крупнопанельного домостроения присутствовали представители правительства и руководители других крупных фирм. ООО «Домостроительный комбинат» уже имеет в г. Набережные Челны завод производительностью 100 тыс. м². После завершения модернизации мощность завода должна увеличиться в три раза, количество же обслуживающего персонала может быть при этом сокращено в два раза.



Полностью автоматический аппарат сварки арматурной сетки на заводе по производству готовых элементов группы EBAWE

вызывает Восточную Европу

Новая часть завода отличается не только размерами, но прежде всего степенью автоматизации. По сравнению с другими действующими заводами в России опалубка будет устанавливаться на поверхность формовочной паллеты с помощью так называемого опалубочного робота. Автоматическая линия по производству арматурной сетки будет подготавливать нужную сетку «точно в срок». Укладка бетонной смеси будет осуществляться с помощью двух бетонораздатчиков; поверхность бетонных элементов будет выравниваться и заглаживаться с помощью виброрейки и лопастного заглаживателя. Межкомнатные стеновые панели будут изготавливаться в четырех кассетных формах. Реконструкции подвергнутся также бетоносмесительный узел и система адресной подачи бетона. Новое оборудование находится в завершающей стадии монтажа и первые элементы должны быть изготовлены уже в начале августа.



Окончательное заглаживание стеновых элементов при помощи лопастного заглаживателя на заводе UAB «Markuciai» (Вильнюс, Литва)

Некоторые примеры реализованных проектов по Восточной Европе:

В России:

- ОАО «КЖБК-2» (Корпорация «ГЛАВСТРОЙ»), г. Москва
- ОАО «ДСК-2» (ГК «ПИК»), г. Москва
- ОАО «Завод ЖБИ «БЕТФОР»» (ГК «ЛСР»), г. Екатеринбург
- ЗАО «Завод «БЕРИТ»» (Корпорация «Атомстрой-комплекс»), г. Екатеринбург
- ООО «КРАФТБЕТОН» (ЗАО СУ-11 «Липецкстрой»), г. Липецк
- ЗАО «ККПД» (ГК ИНТЕКО), г. Ростов-на-Дону
- ОАО «КССК», г. Киров
- ЗАО «МОНТАЖ-МОНОЛИТ» (КСМ), г. Киров
- ESTATE Service LLC (Корпорация PNK), г. Москва
- ООО «ДСК», г. Набережные Челны (завершающий этап монтажа)

В Литве:

- UAB „Markuciai“, г. Вильнюс

В Республике Беларусь:

- РУП «Могилевский ДСК», г. Могилев
- Завод КПД КУП «Брестжилстрой», г. Брест
- ОАО «Борисовжилстрой», г. Борисов (ведутся монтажные работы)

В Украине:

- ООО «Богуславский ЗЖБК», г. Богуслав (находится в стадии заключительного проектирования)



Вид на новый производственный цех завода РУП «Могилевский ДСК» (Могилев, Республика Беларусь)



Извлечение готовых бетонных элементов из кассетных форм на ЗАО «ККПД» (Ростов-на-Дону, Россия)

Дополнительную информацию Вы можете получить от нашего представителя на постсоветском пространстве Виктора Лихтнера.
LiCon GmbH Тел.: +49 571 404 3541. Факс: +49 571 404 3543.
 Email: info@licon-gmbh.de www.ebawe.de



Государственная поддержка модернизации цементной промышленности: принципы и критерии выбора предприятий

Особенности и проблемы развития рынка цемента. На протяжении всех последних лет сохраняется стойкий интерес к ситуации на рынке цемента у строителей, предприятий стройиндустрии и государства. Причин много: нехватка, а в отдельные периоды острый дефицит этого базового стройматериала, неравномерная ценовая динамика, логистические проблемы при поставках. Эти проблемы усугубляются специфическими особенностями цемента — ограниченностью сроков хранения, жесткими требованиями к условиям хранения и транспортировки, высокой сезонностью потребления.

Обсуждение проблем рынка цемента происходит в рамках практических конференций, на страницах научных изданий [1–6]. Однако чаще всего в работах речь идет об оценке текущей ситуации и констатации наличия проблем. В то же время недостаточно разработаны вопросы научного обоснования рекомендаций, которые могли бы способствовать развитию рынка цемента как с точки зрения предпринимательской деятельности, так и с точки зрения государственного регулирования.

Особенности предпринимательства на рынке цемента можно разделить на две группы (табл. 1): общемиро-

вые (характерные для большинства стран) и специфические (свойственные для России).

Российские особенности развития рынка связаны прежде всего с проблемами цементной промышленности: высоким износом оборудования, устареванием используемых технологий, неравномерностью размещения заводов, низким уровнем конкуренции. Большинство проблем развития рынка может быть решено за счет строительства новых заводов, но пока ввод мощностей осуществляется медленными темпами, несмотря на высокую инвестиционную активность. Объясняется такая ситуация целым рядом субъективных и объективных причин, основными из которых являются, с одной стороны, отсутствие опыта строительства новых современных предприятий, с другой — несовершенство государственного регулирования процессов, связанных со строительством и вводом в эксплуатацию столь сложных в технологическом плане объектов.

Целевые ориентиры государственной поддержки модернизации цементной отрасли. Теоретические и методические подходы к проблемам государственной поддержки предприятий крупного бизнеса в настоящее время разработаны недостаточно. Связано это с тем, что в

Таблица 1

Общемировые особенности	Российские особенности
1. Производство цемента – отрасль крупного бизнеса, выпуск осуществляется крупными производственными комплексами. Во всем мире отрасль является высоко-концентрированной, с сильными позициями крупных игроков. 2. Строительство новых цементных предприятий имеет высокую капиталоемкость, длительные сроки возведения (в среднем 2–3 года) и длительные сроки службы (не менее 25–50 лет). 3. Цементные заводы имеют неравномерную географию размещения из-за привязки к сырьевой базе. 4. Цементная отрасль входит в тройку наиболее энергоемких секторов мировой экономики, большое значение для размещения производства имеет доступность энергетических ресурсов – электроэнергии, топлива (природного газа или угля). 5. Рынок цемента имеет высокую зависимость от развития транспортной и логистической инфраструктуры. 6. Из-за высокой доли транспортных расходов в конечной цене производство ориентировано преимущественно на внутреннее потребление. 7. Во всем мире большое внимание уделяется обеспечению экологичности производства.	1. Спрос на цемент имеет крайне не равномерное территориальное распределение. 2. Потребление цемента на душу населения в России существенно ниже, чем в других странах с высоким уровнем развития экономики. 3. Потребление цемента имеет выраженную сезонность. 4. На российском рынке существует заметная нехватка мощностей, высокий уровень износа оборудования, недостаточное использование наиболее оптимального и экономичного сухого способа. Для российских заводов характерна высокая энергоемкость, низкая производительность труда, зачастую недостаточный уровень экологичности производства. 5. Российский рынок цемента можно отнести к «рынку продавца», который характеризуется более сильной позицией на нем продавцов (производителей) по сравнению с покупателями. 6. Цементная промышленность России является высоко-концентрированной отраслью: 6 ведущих игроков контролируют почти 70% российского рынка цемента, крупнейшим игроком является «ЕВРОЦЕМЕНТ груп» (контролирует около 40% российского рынка, 60–70% рынка в регионах европейской части страны). 7. Сроки строительства новых цементных заводов в России в 1,5–2 раза превышают среднемировые, существенно больше и объем инвестиций. Несмотря на это, российская цементная отрасль имеет высокую инвестиционную привлекательность за счет большого потенциала сбыта и высокой рентабельности деятельности. 8. Цемент в России доставляется в основном по железной дороге: на долю железнодорожной отгрузки в среднем приходится около 60–70% потребления, на автопоставки 30–40%, на доставку водным транспортом 2–3%. 9. На российском рынке цемента присутствует большое количество посредников.

условиях развитых экономик, на которые ориентируется Россия, государственное регулирование не требуется и зачастую считается недопустимым, так как является одним из факторов ограничения конкуренции. В то же время в отдельных отраслях российской экономики (в том числе цементной отрасли) без господдержки модернизация предприятий затруднена. Во-первых, для организации деятельности по модернизации крупных промышленных предприятий требуется решение многих вопросов на уровне государственных органов, прежде всего вопросов нормативно-разрешительного характера, что требует более четкого государственного регулирования. Во-вторых, для модернизации необходимы значительные финансовые ресурсы. В условиях более высоких ставок кредитования бизнеса в России (по сравнению со ставками в Европе и США) конкурентные позиции российских предпринимателей оказываются более слабыми, чем у зарубежных инвесторов.

Наиболее успешным примером эффективного государственного регулирования рынка цемента является Китай, где решается задача превращения цементной промышленности в одну из шести главных отраслей, подвергаемых реорганизации [7]. В результате всех применяемых мер Китай обеспечил мировое лидерство по производству цемента: по данным Американской ассоциации производителей цемента, в 2010 г. в этой стране было выпущено 1,8 млрд т цемента из 3,3 млрд т общемирового производства — свыше половины мирового выпуска.

Российские власти также оказывают поддержку в модернизации и строительстве цементных заводов, которая чаще всего заключается в предоставлении государственных гарантий при кредитовании, субсидировании процентной ставки по кредитам, снижении ставки налога на прибыль. Однако выбор предприятий для оказания государственной поддержки остается непрозрачным; так же как и в других секторах экономики [8], сделан вывод о недостаточной прозрачности процедур принятия решений о государственной поддержке отдельных отраслей и предприятий [9].

С учетом имеющихся проблем развития рынка цемента целью его государственного регулирования в текущих условиях должно стать формирование мероприятий, стимулирующих обеспечение объемов предложения цемента, достаточных для стабильного развития строительной отрасли и реализации государственных программ. В соответствии с этой установкой в качестве цели государственного регулирования предпринимательства в цементной отрасли обозначено стимулирование глубокой модернизации цементной промышленности для увеличения объемов предложения цемента, повышения энергоэффективности и экологичности производства.

Принципы и критерии выбора предприятий для господдержки. С учетом обозначенной целевой установки государственного регулирования были уточнены принципы государственной поддержки модернизации предприятий цементной отрасли. Эти принципы во многом универсальны и могут использоваться для разных отраслей и сфер деятельности:

- приоритетная господдержка эффективных предприятий: доказавших свою социальную ответственность, инвестирующих в развитие, имеющих высокие производственные показатели. Одновременно с этим целесообразно ограничение поддержки неэффективных предприятий [9, 10];
- приоритетная господдержка предприятий, не входящих в холдинги, так как они, с одной стороны, способствуют усилению конкуренции на рынке, с другой — имеют меньше преимуществ при решении проблем, возникающих в ходе реализации инвестиционных проектов;

- приоритетная поддержка проектов в соответствии с государственной региональной политикой (в настоящее время — в регионах с недостаточно высокой инвестиционной активностью);
- поддержка проектов с высоким уровнем подготовки и высокой вероятностью реализации;
- господдержка в рамках существующего правового поля, имеющихся нормативно-правовых документов, то есть ориентация на реальные возможности государственного регулирования, минимизация декларативных обязательств, для которых необходимо изменение законодательной базы;
- приоритетная ориентация на нефинансовые методы господдержки (инфраструктурная, организационно-административная поддержка и т. д.);
- ориентация господдержки промышленности на общепризнанные международные правила, в том числе правила ВТО.

Критерий выбора предпринимательских структур для господдержки — это признак, на основании которого производится сравнительная оценка возможных альтернатив и выбор наилучшей в соответствии с приоритетами государственной экономической политики. В качестве альтернативы в данном случае выступает выбор между предприятиями отрасли, в качестве приоритета государственной политики — модернизация экономики. Предлагаемые критерии увязаны с ранее перечисленными принципами государственной поддержки модернизации цементной отрасли.

Для оценки деятельности уже существующих предприятий в качестве критериальных показателей предлагается использовать индикаторы и коэффициенты, для проектов — индикаторы и параметры (рис. 1).

В качестве критерия сравнительной оценки и выбора приоритетных предприятий цементной отрасли для оказания государственной поддержки предлагается использовать комплексный показатель.

$$КП = K_{\text{исп.мощ.}} \cdot K_{\text{изм.оф.}} \cdot (1:K_{\text{затр.емк.}}) \cdot I_{\text{рег.}} \cdot I_{\text{конц.}}$$

или

$$КП = (K_{\text{исп.мощ.}} \cdot K_{\text{изм.оф.}} \cdot I_{\text{рег.}} \cdot I_{\text{конц.}}) : K_{\text{затр.емк.}}$$

где КП — комплексный показатель критериальной оценки, ед.; $K_{\text{исп.мощ.}}$ — коэффициент использования среднегодовой мощности, ед.; $K_{\text{изм.оф.}}$ — коэффициент изменения величины основных фондов, ед.; $K_{\text{затр.емк.}}$ — коэффициент затратоемкости, ед.; $I_{\text{рег.}}$ — региональный индикатор, ед.; $I_{\text{конц.}}$ — индикатор концентрации, ед.

Комплексный показатель предлагается рассчитывать с использованием мультипликативной модели, так как входящие в модель показатели имеют разное экономическое значение, кроме того, такая модель обеспечит уравнивание предприятий за счет использования индикаторов.

Комплексный показатель представляет собой интегральную оценку, включающую индикаторы и коэффициенты, описание и методика расчета которых представлены в табл. 2.

В рамках данной модели в качестве *коэффициентов*, характеризующих деятельность предприятий, предлагается применять коэффициент использования среднегодовой мощности, коэффициент затратоемкости, коэффициент изменения величины основных фондов, характеризующие эффективность деятельности предприятий, что соответствует принципу приоритетной государственной поддержки эффективных предприятий. Коэффициент использования среднегодовой мощности предлагается применять в качестве показателя, характеризующего степень удовлетворения спроса потребителей. Этот показатель выше у эффективных и конкурентоспособных предприятий, предлагающих клиентам более гибкие условия сотрудничества либо более качественную про-

Таблица 2

Наименование	Экономическое обоснование	Методика расчета	Условные обозначения
Коэффициент использования среднегодовой мощности ($K_{исп.мощ.}$), ед.	Характеризует степень удовлетворения спроса потребителей	$K_{исп.мощ.} = П : ПМ$	П – объем производства, тыс. т; ПМ – производственные мощности, тыс. т
Коэффициент изменения величины основных фондов ($K_{изм.оф.}$), ед.	Характеризует степень обновления и модернизации предприятия	$K_{изм.оф.} = ОФ1 : ОФ0$	ОФ – основные фонды предприятия в отчетном (1) и базисном (0) периодах, млн р.
Коэффициент затратоемкости ($K_{затр.емк.}$), ед.	Уровень затрат на 1 руб. товарной продукции, характеризует экономичность деятельности	$K_{затр.емк.} = З : В$	З – суммарные затраты, млн р. В – выручка, млн р.
Региональный индикатор ($I_{рег.}$), ед.	Характеризует федеральный округ, в котором базируется предприятие, с точки зрения строительной активности	$I_{рег.} = V_i : V_{min}$	V_i – объем строительных работ в федеральном округе, где расположено предприятие, млн р. V_{min} – объем строительных работ в федеральном округе с минимальными показателями по РФ, млн р.
Индикатор концентрации ($I_{конц.}$), ед.	Характеризует уровень влияния на рынок холдинга, в который входит предприятие	$D_i < 5\%$; $I_{конц.} = 2$ $D_i = 5-10\%$; $I_{конц.} = 1,5$ $D_i > 10\%$; $I_{конц.} = 1$ Холдинговые и зарубежные структуры $I_{конц.} = 1$	D_i – доля холдинга, в который входит предприятие, в производстве по РФ, %

дукцию и соответственно обеспечивающих большие объемы сбыта своей продукции. Коэффициент изменения величины основных фондов позволяет оценить, насколько значимы уже осуществленные вложения предприятия в модернизацию, коэффициент затратоемкости – степень экономичности ведения предпринимательской деятельности на предприятии.

В качестве *индикаторов*, позволяющих оценить внешние параметры ведения предпринимательской деятельности и уравновесить итоговую оценку в зависимости от выгоды/невыгоды условий хозяйствования предприятия, предлагается использовать региональный индикатор и индикатор концентрации. Региональный индикатор позволяет оценить выгодность местоположения цементного завода с точки зрения объемов сбыта, его предлагается рассчитывать исходя из объемов строительных работ в федеральном округе. Использование данного индикатора связано с одной из основных особенностей рынка цемента – неравномерной географией производства и потребления, а также с принципом приоритетной поддержки предприятий в регионах с недостаточно высокой инвестиционной активностью. Коэффициент понижающий – чем выше строительная активность в федеральном округе, а соответственно и потенциал сбыта, тем меньше должны быть объемы господдержки. Применение индикатора концентрации соответствует принципу приоритетной господдержки предприятий, не входящих в холдинги. Поскольку рынок цемента является высоконцентрированным, в целях стимулирования конкуренции преимущественную государственную поддержку целесообразно оказывать предприятиям, не входящим в крупные холдинговые структуры. Значения индикатора концентрации по группам предприятий установлены экспертным путем в зависимости от принадлежности предприятия холдинговым структурам и доли игрока на рынке.

В комплексный показатель возможно внесение и других индикаторов и коэффициентов, например показателей энергоэффективности, экологичности, качества расходования финансовых средств (приоритетное направление средств на развитие, а не на потребление).

Комплексный показатель предлагается использовать в качестве критерия для сравнительной (рейтинго-

вой) оценки и выбора предприятий цементной отрасли для оказания государственной поддержки. Чем выше предприятие в системе рангов, тем существеннее должна быть государственная поддержка при реализации проектов по модернизации.

При использовании комплексного показателя в качестве критерия выбора предприятий речь идет о модернизации действующих цементных заводов, в том числе о расширении их производственных мощностей. В случае строительства цементных предприятий с нуля должна использоваться другая система показателей, с применением индикаторов и параметров.

Выводы. Планы государства по увеличению объемов жилищного строительства требуют наращивания производства цемента, поскольку строительная отрасль уже не первый год испытывает нехватку этого базового стройматериала. Строительство новых цементных заводов сопряжено с большим количеством трудностей, это сложные в технологическом плане объекты, возведение которых сопровождается большими инвестиционными затратами с длительными сроками окупаемости. В целях обеспечения модернизации цементной отрасли необходима государственная поддержка реализуемых проектов. Выбор конкретных проектов должен вестись на условиях приоритетности господдержки эффективных предприятий и реалистичных проектов, с учетом конкурентных условий и особенностей региональной политики, с ориентацией на существующие нормативные требования и ограничения. При выборе предприятий целесообразно использовать рейтинговую оценку, построенную на основе обоснованных количественных критериев. Предложенный подход позволит повысить объективность и прозрачность системы государственной поддержки предприятий.

Список литературы

1. Гузь В.А., Жарко В.И., Кабанов А.А., Высоцкий Е.В. Цементная промышленность Российской Федерации в 2010 году // Цемент и его применение. 2011. № 1. С. 38–48.

2. Гузь В.А., Кабанов А.А., Высоцкий Е.В., Жарко В.И. Конъюнктура рынка цемента России и перспективы его развития // Цемент и его применение. 2009. № 5. С. 13–23.
3. Семенов А.А. Ситуация на российском рынке цемента: развитие производственной базы, перспективы, проблемы // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 60–62.
4. Семенов А.А. Финансово-экономический кризис и российский рынок цемента: текущая ситуация и перспективы ближайшего будущего // Строительные материалы. 2009. № 10. С. 4–7.
5. Скороход М.А. Модернизация и инновации — ключ к успеху цементной промышленности России // Цемент и его применение. 2011. № 2. С. 24–25.
6. Скороход М.А. Стратегия развития промышленности // Цемент и его применение. 2010. № 3. С. 27–29.
7. Сянчжун К. Цементная промышленность Китая // Цемент и его применение. 2011. № 1. С. 60–66.
8. Cement. Statistics and Information. Publications [Электронный ресурс]: USGS. URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/>
9. Оценка антикризисных мер по поддержке реального сектора российской экономики (доклад ГУ–ВШЭ и МАЦ) // Вопросы экономики. 2009. № 5. С. 21–46.
10. Кудрин А., Сергиенко О. Последствия кризиса и перспективы социально-экономического развития России // Вопросы экономики. 2011. № 3. С. 4–19.
11. Цирель С. Влияние государственного вмешательства в экономику и социального неравенства на экономический рост // Вопросы экономики. 2007. № 5. С. 100–116.

2012

СтройЭКСПО. ЖКХ

33 Всероссийская специализированная выставка

СТРОИТЕЛЬСТВО

- Новые технологии в строительстве • Быстровозводимые здания и сооружения
- Металлоконструкции • Строительные и отделочные материалы
- Кровля. Фасады. Изоляция • Окна. Двери. Ворота
- Строительное и промышленное оборудование

СИСТЕМЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

- Системы очистки воды, водоочистители • Канализационные системы и оборудование
- Системы вентиляции и кондиционирования • Системы водоснабжения и отопления
- Котельное оборудование. Насосы • Трубы. Запорная и регулирующая арматура

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЛИЩНЫМ ФОНДОМ

- Реконструкция, ремонт и содержание объектов жилищного фонда
- Локальный ремонт труб и трубных конструкций
- Материалы и оборудование для диагностики и санации
- Новые формы управления ЖКХ
- Коммунальные машины и механизмы для ЖКХ



ВСЁ ОТ РЕМОНТА КВАРТИР
ДО СТРОИТЕЛЬСТВА ДОМОВ И ДОРОГ!

Организатор



Генеральный информационный спонсор

Официальная поддержка

(8442) 55-13-15

www.volgogradexpo.ru

Спиройка
группа газет

Правительство
Волгоградской области

25-27

СЕНТЯБРЯ

ВОЛГОГРАД
ЭКСПОЦЕНТР



17-20 Октября 2012

www.bakubuild.az

Baku Build

БАКУ, АЗЕРБАЙДЖАН

18-я АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ

ВЫСТАВКА "СТРОИТЕЛЬСТВО"

 сантехника

 окна и двери

 интерьер

 оборудование

 освещение

 озеленение

 строительные материалы

 керамика и отделочный камень

 полы

 строительная техника

Организаторы




Тел. : +994 12 404 10 00
Факс : +994 12 404 10 01
E-mail: build@iteca.az

Место проведения





 www.facebook.com/BakuBuild



«ЛСР-ЦЕМЕНТ» — новое слово в цементной отрасли

Осенью 2011 г. на отечественный цементный рынок вышел сильный игрок. Новое высокотехнологичное цементное производство Группы ЛСР – завод «ЛСР-ЦЕМЕНТ» расположено в 170 км от Санкт-Петербурга в г. Сланцы и является одним из самых экологически чистых и энергоэффективных не только в России, но и в Европе.

В отличие от старых отечественных заводов, которые производят цемент мокрым способом, «ЛСР-ЦЕМЕНТ» работает с применением наиболее эффективного сухого способа, что уменьшает расход топлива вдвое и минимизирует воздействие на окружающую среду. Оснащенный новейшим оборудованием ведущих европейских производителей, завод рассчитан на ежегодный выпуск 1,86 млн т цемента.

Сильный игрок на цементном рынке

До 2011 г. на территории Ленинградского региона цемент выпускали три предприятия: Пикалевский цементный завод, заводы «Цесла» и «Метакхим» с суммарным объемом производства около 3,8 млн т цемента в год. Также потребность региона в «хлебе строительства» покрывалась за счет поставок из Центрального региона и ближнего зарубежья. Однако с выходом продукции завода «ЛСР-ЦЕМЕНТ» на рынок его структура начала стремительно меняться. Если в 2011 г. доля завода в Санкт-Петербурге и Ленинградской области с начала отгрузок в сентябре составляла только 3%, то к концу июня 2012 г. она выросла до 17% и продолжает неуклонно увеличиваться.

Способствуют быстрому росту не только высокое качество производимого цемента и его конкурентоспособная цена, но и досконально продуманная система логистики и удобное территориальное расположение, которое позволяет отгружать цемент строительным организациям Северо-Запада и Московского региона.

На заводе работает более 470 человек и более 90% из них – жители Ленинградской области.

«ЛСР-ЦЕМЕНТ» – проект «гринфилд»

Завод «ЛСР-ЦЕМЕНТ» – это проект «гринфилд». Он возводился в «чистом поле» с нуля, без наличия готовой инфраструктуры. В настоящее время складские, производственные и административные помещения завода занимают территорию в 40 га, предусмотрено место для строительства второй линии с аналогичной мощностью. Собственные карьеры, в которых «ЛСР-ЦЕМЕНТ» добыва-

ет известняк и глину, – основные компоненты для производства цемента, находятся в непосредственной близости от завода. На их разработку Группа ЛСР имеет федеральную лицензию. Подтвержденные запасы месторождения Дубоем составляют 95,4 млн т известняка, а месторождения глины Большие Поля – 40,7 млн т.

За время строительства к заводу были подведены водопровод и другие необходимые коммуникации. Для обеспечения природным газом проложен газопровод протяженностью 14 км с ответвлениями в сельские поселения Сланцевского района. Построены железнодорожные пути, автомобильные дороги, электрическая подстанция мощностью 110/10 кВ. Она имеет четыре высоковольтные питающие линии и является наиболее современной, единственной в Сланцевском районе по уровню оперативности и надежности энергоснабжения.

Продукция «ЛСР-ЦЕМЕНТ»

Предприятие выпускает наиболее востребованные цементы: портландцемент ЦЕМ I 42,5Н; ЦЕМ I 32,5Н и ЦЕМ II/A-Ш 32,5Н. Цемент сертифицирован по ГОСТ 31108-2003, гармонизированному с европейским стандартом, и отвечает всем экологическим нормам.

Можно добавить, что с первых дней выпуска производимый цемент отличается стабильными характеристиками, высокой прочностью в ранние сроки (до 75% прочности на седьмые сутки); имеет нормальные сроки схватывания; на поверхности бетона отсутствует водоотделение. Цемент ЦЕМ II /А-Ш 32,5Н отличается большим запасом прочности в возрасте 28 суток.



Стабильно высокие показатели цемента достигаются благодаря тому, что предприятие оснащено единой автоматизированной системой контроля качества и всех этапов производства. С ее помощью операторы центрального пульта управления заводом отслеживают и корректируют текущий технологический процесс.

Инновации в отгрузке

Инновационные технологии на заводе «ЛСП-ЦЕМЕНТ» охватывают все процессы, в том числе отгрузку готовой продукции. Автоматизация процесса отгрузки цемента, взвешивания транспорта на въезде и выезде с завода, компьютеризированный документооборот дают предприятию значительный потенциал по поставкам навалыного и тарированного цемента и позволяют загружать в сутки более 90 машин и 90 железнодорожных вагонов.

Погрузка в автоцементовозы производится из четырех силосов общим объемом более 30 тыс. т. Каждый из силосов оборудован погрузочной головкой и весами под ним. Отсюда же цемент подается и на участок отгрузки в железнодорожные вагоны, где пути оснащены весами.

Тарирование цемента осуществляется на ротационной девятиштыцной упаковочной машине, которая фасует цемент в мешки по 50 кг со скоростью 2,5 тыс. мешков в час. Весовой контроль мешков ведется автоматически, поэтому отклонение в весе составляет от 0–500 г, хотя ГОСТом допускается отклонение 1 кг в ту или иную сторону. После фасовки мешки по конвейерной ленте отправляются на линию бесподдонного паллетирования и упаковку в термоусадочную пленку, на которой автоматический паллетайзер формирует паллеты. Благодаря водонепроницаемому пленочному паллетированию после покупки цемент можно хранить под открытым небом при условии сохранения полной герметично-

сти пленочной упаковки. Тарировочная линия завода «ЛСП-ЦЕМЕНТ» является самой мощной на Северо-Западе.

Доставку навалыного и тарированного цемента предприятие осуществляет в собственных автоцементовозах, в железнодорожных вагонах, цемент можно забрать и самовывозом. Для оптимизации работы с производителями товарного бетона, железобетонных конструкций и изделий, домостроительными комбинатами офисы продаж завода «ЛСП-ЦЕМЕНТ» открыты в Санкт-Петербурге и Москве.

Непрерывный контроль качества

К выпускаемой продукции завод «ЛСП-ЦЕМЕНТ» предъявляет жесткие требования. Именно поэтому лаборатории контроля качества отведена на предприятии важная роль. Ее функции сводятся не только к контролю качества, но и направлены на управление процессом производства. Для этого в лаборатории «ЛСП-ЦЕМЕНТ» созданы все условия. Оснащение новейшим европейским оборудованием позволяет тщательно отслеживать качество входящего сырья, сырьевой муки, клинкера и готового цемента. Лаборатория аттестована и имеет подтверждение технической компетенции федеральным государственным учреждением «Центр испытаний и сертификации – Санкт-Петербург».

Данные по анализу каждой пробы сохраняются в электронной системе длительное время. Это позволяет составлять любые формы отчетов по имеющимся в базе данных анализам и делать различные расчеты сырьевой смеси.

Для поддержания высокого уровня производимого цемента и осуществления постоянного контроля характеристик всех компонентов пробы отбираются круглосуточно с интервалом в один час при помощи автоматических проботорборников, обеспечивающих репрезентативность проб.





Контроль качества на заводе «ЛСР-ЦЕМЕНТ» начинается при разработке и бурении скважин в собственных карьерах. Перед добычей пород пробы отбираются по определенной технологии и доставляются в лабораторию завода для проведения химического анализа на содержание основных оксидов. Полученные результаты оперативно передаются в карьер для проведения селективной выемки и поставки только качественного сырья с содержанием MgO ниже 3%.

Перед поступлением на склады все привозные сырьевые материалы также проходят входной контроль.

Для приготовления сырьевой смеси используется система усреднительных складов. Для контроля химического состава поступающей в штабель смеси установлены поточные гамма-нейтронные анализаторы производства Thermo Fisher Scientific, работающие с использованием автоматической программы. Она рассчитывает необходимое количество каждого компонента сырьевой смеси на основе полученных результатов с поточного анализатора и регулировки процента подачи. Для достижения наибольшего коэффициента гомогенизации используется специальная система укладки и разборки материала в штабеле.

После прохождения сырьевой мельницы пробы получаемой муки анализируются с использованием автоматизированной лаборатории RoboLab, в которую входят: комплект оборудования для подготовки проб компании Pfaff, промышленный робот ABB Robotics AB (Швеция), спектрометр и анализатор размера частиц фирмы Malvern.

Важно отметить, что уникальное роботизированное оборудование позволяет проводить исследования за 15–20 мин. На оборудовании готовятся пробы, проводится рентгеноспектральный анализ, определяется гранулометрический состав. Данные исследований поступают в автоматическую систему контроля качества. На основании необходимых заданных параметров качества сырьевой муки в системе производится расчет процентного соотношения сырьевой смеси и добавок, подаваемых в сырьевую мельницу. Рассчитанный рецепт автоматически передается оператору сырьевой мельницы и далее на дозирующие устройства. Мука, подаваемая в печь для спекания и обра-



зования клинкера, также отбирается после силосов сырьевой муки. Для достижения высокого коэффициента усреднения муки используется специальная технология выгрузки из силоса.

Пробы получаемого клинкера отбираются, для того чтобы определить химический и минералогический состав рентгеноспектральным и дифракционным способами, а также содержание свободной окиси кальция. Все данные автоматически передаются оператору печи для корректировки процесса.

Клинкер измельчают в двух горизонтальных шаровых мельницах, из которых автоматически и непрерывно берутся пробы выпускаемого цемента. По отобраным пробам определяются химический состав цемента, процент содержания минеральных добавок, удельная поверхность по Блейну на автоматическом приборе фирмы Toni Technik, тонкость помола на воздушнотрунном ситовом аппарате Alpine, а также гранулометрический состав на автоматическом анализаторе размера частиц фирмы Malvern. Затем все данные автоматически поступают к оператору цементных мельниц.

Кроме того, в лаборатории имеется комплект оборудования для подготовки проб в ручном режиме.

Почасовой контроль качества на всех этапах производства позволяет заводу «ЛСР-ЦЕМЕНТ» выпускать цемент для производств, где предъявляются высокие требования к водостойкости, морозостойкости и долговечности конструкций.

Забота об экологии

Завод «ЛСР-ЦЕМЕНТ» отличается передовыми технологиями не только в области контроля качества, но и заботой об окружающей среде. На заводе установлены более жесткие, чем принятые в России, лимиты выбросов. Они приведены в соответствие с самыми высокими мировыми экологическими стандартами. Закрытые склады и производственные здания, новейшие системы обеспыливающей вентиляции, замкнутая система водопользования, постоянный автоматический мониторинг выбросов – все направлено на снижение воздействия на окружающую среду.



«ЛСР-ЦЕМЕНТ» (предприятие Группы ЛСР)

Санкт-Петербург: (812) 640-00-19

Москва: (495) 988-75-96

sales@lsrcement.ru

www.lsrcement.ru

Н.И. МАКРИДИН, д-р техн. наук,
И.Н. МАКСИМОВА, канд. техн. наук (maksimovain@mail.ru), И.А. СУРОВ, студент,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Долговременная прочность модифицированной структуры цементного камня

Часть 3. Идентификация процесса разрушения

В первой и второй частях работы [1, 2] было рассмотрено нарастание длительной прочности гидратационной структуры цементного камня, модифицированной суперпластификатором С-3, в возрастном диапазоне 28 сут – 18 лет с оценкой химического состава и характера структуры фаз, прочности при осевом сжатии и при растяжении при изгибе, условного критического коэффициента интенсивности напряжений и удельных энергозатрат на различных этапах деформирования и разрушения и удельной энергии импульсов акустической эмиссии как интегральной характеристики процесса разрушения от интенсивности нагружения.

Было показано, что одной из важнейших характеристик прочности цементного камня является трещиностойкость, или вязкость разрушения, под которой понимают группу параметров надежности, характеризующих способность материала тормозить развитие трещины, а в качестве меры этого свойства современная механика разрушения материалов предлагает величину, называемую энергией разрушения [3].

Изучение этого параметра прочности привлекает внимание исследователей своей фундаментальностью, практической важностью и возможностью разработки в рамках механики разрушения подходов, которые позволяли бы указать технологам оптимальные пути создания конструкционного бетона нового поколения и реализации основной идеи разработки композиционных строительных материалов, заключающейся в соединении высокой прочности с хорошей вязкостью разрушения.

В выявлении закономерностей микро- и макроразрушений в нагруженном материале значительная роль принадлежит методам и средствам их оценки. Если в качестве параметров состояния материала выбрать параметры дефектов его структуры, то на основе концепций кинетической природы прочности и технической диагностики для оценки параметров необходимо в качестве диагностических сигналов выбрать характеристики тех физических процессов, которые сопровождают развитие дефектов. Такими процессами могут быть излучение, или эмиссия волн напряжений (ЭВН), обусловленная возникновением и развитием дефектов структуры материала [4]. Эффект излучения акустических (упругих) волн различными твердыми телами, подвергаемыми механическому нагружению, проявляется в виде случайно распределенных сигналов ультразвуковых (УЗ) импульсов относительно малой и большой амплитуд.

Измерение параметров указанных импульсов позволяет не только обнаруживать развитие дефектов и оценивать механическое поведение и параметры предельного состояния структуры, но и выявлять параметры материала, определяющие его трещиностойкость, которые необходимо учитывать при разработке и получении

композиционных дисперсных систем с повышенной вязкостью разрушения.

В третьей части данной работы с использованием метода акустической эмиссии (АЭ) проведена идентификация разрушения наиболее характерных по составу и модификации структур сравниваемых серий опытных образцов. По экспериментально полученным параметрам изменения генерируемых излучений АЭ по амплитуде и частоте от интенсивности нагружения можно достаточно четко прогнозировать работоспособность материала и оценивать предельные состояния дисперсно-кристаллитной структуры цементного камня. Излучение импульсов АЭ отражает развитие деформирования и разрушения на разных масштабных уровнях цементного композита и разную природу генерируемых сигналов АЭ, в основе которых лежат различные физические явления: пластические деформации (движение дислокаций и деформации кристаллических решеток, скольжение границ зерен); фазовые переходы, характеризующиеся УЗ-импульсами АЭ относительно малой амплитуды A_1 ; возникновение и развитие дефектов структуры материала излучают сигналы АЭ относительно большей амплитуды A_2 . Достоинством метода АЭ является то, что он обеспечивает регистрацию контрольных параметров развития дефектов в реальном времени при соблюдении одинаковых условий при проведении опытов.

При этом следует отметить, что в контрольные сроки испытания, т. е. в 28, 420 сут и 18 лет, технические возможности акустико-эмиссионного устройства (АЭУ) оставались одинаковыми. В качестве чувствительного элемента сигналов АЭ применяли пьезокерамические преобразователи (ПП) типа цирконат-титанат свинца марки ЦТС-19, чувствительность по входу предусилителя АЭУ в полосе $\Delta f = 100$ кГц составляла 2–5 мкВ, а глубина регулировки усилительного тракта – 40 дБ. Система обработки сигналов ПП акустико-эмиссионным устройством обеспечивает счет числа УЗ-импульсов. В опытах регистрировали амплитуды импульсов АЭ на двух уровнях A_1 и A_2 : первый уровень в диапазоне 0,05–0,5 В; второй уровень выше 0,5 В. Нагружение образцов типа I по ГОСТ 29167–91 производили ступенями в 0,1 ожидаемой прочности при изгибе. На каждой ступени нагружения образцы выдерживали в течение 1 мин до прекращения АЭ. Скорость движения подвижного захвата испытательной машины FM-1000 во всех опытах была одинаковой и составляла $166 \cdot 10^{-7}$ м/с. Так как микропористость гелевого пространства цементного камня чувствительна к изменению влажности окружающей среды, для исключения фактора влажностного состояния структуры цементного камня на изучаемые свойства все испытания образцов в контрольные сроки проводили при темпера-

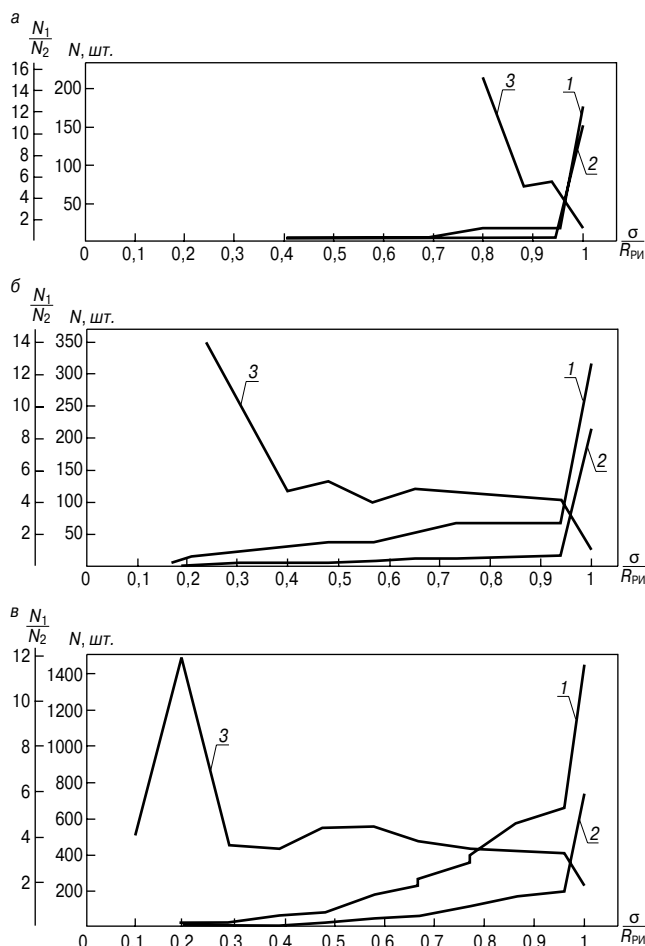


Рис. 1. Зависимость количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ соответственно с амплитудами A_1 и A_2 и отношения N_1/N_2 от интенсивности нагружения образцов серии 1: 1 – амплитуда сигнала АЭ $A_1=0,05-0,5$ В; 2 – амплитуда сигнала АЭ $A_2>0,5$ В; 3 – отношение количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ. Возраст цементного камня: а – 28 сут; б – 420 сут; в – 18 лет

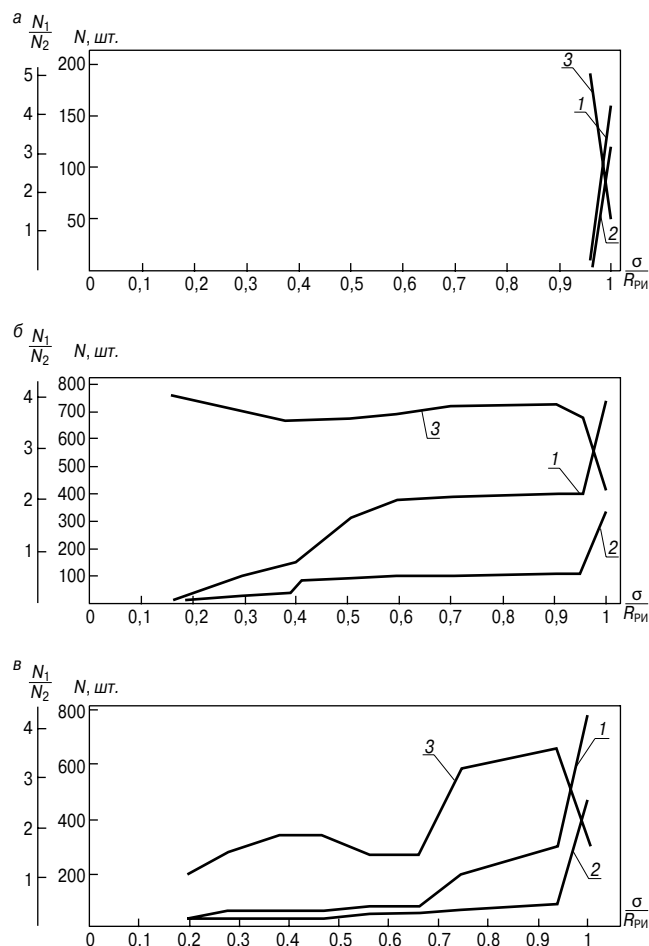


Рис. 2. Зависимость количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ соответственно с амплитудами A_1 и A_2 и отношения N_1/N_2 от интенсивности нагружения образцов серии 2: 1 – амплитуда сигнала АЭ $A_1=0,05-0,5$ В; 2 – амплитуда сигнала АЭ $A_2>0,5$ В; 3 – отношение количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ. Возраст цементного камня: а – 28 сут; б – 420 сут; в – 18 лет

туре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности лабораторной среды 60–65%.

На рис. 1–4 представлена кинетика развития сигналов АЭ N_1 и N_2 с дискриминационными амплитудами соответственно A_1 и A_2 и соотношение количества УЗ-импульсов N_1/N_2 малых и больших амплитуд на кривой нагружения образцов для наиболее характерных составов цементного камня серий 1–4 [1], по которым проводили идентификацию разрушения в реальном масштабе времени.

Из анализа зависимостей (рис. 1–4) следует, что при прочих равных условиях регистрации параметров АЭ интенсивность сигналов от уровня нагружения опытных образцов цементного камня сравниваемых серий в возрасте 28 сут значительно ниже, чем интенсивность в возрасте 420 сут и тем более в возрасте 18 лет.

Так, первые сигналы АЭ с амплитудой A_1 на диаграммах нагружения образцов серии 1–4 были зарегистрированы соответственно при уровнях нагружения 0,4; 0,96; 0,15 и 0,78 $\cdot R_{ри}$, а сигналы АЭ с амплитудой A_2 – соответственно при уровнях нагружения 0,8; 0,96; 0,94 и 0,78 $\cdot R_{ри}$. При этом количество УЗ-импульсов АЭ N_1 и N_2 с амплитудой A_1 и A_2 при предельном уровне нагружения 0,95–0,96 $\cdot R_{ри}$ составляло соответственно 17 и 3; 5 и 1; 10 и 2; 13 и 3, что соответствует отношению $N_1(A_1)/N_2(A_2)$ равному 5,6; 5; 5 и 4,3. При полном разрушении этих образцов было зарегистрировано 180 и 155; 160 и 120; 101 и 65; 271 и 143, что соответствует отношению $N_1(A_1)/N_2(A_2)$ – 1,2; 1,33; 1,55 и 1,9.

Сравнивая зависимости изменения генерируемых УЗ-импульсов АЭ от интенсивности нагружения образцов серии 1–4 в возрасте цементного камня 28 сут, отличающихся друг от друга технологической процедурой дозирования СП С-3 и его концентрацией, следует отметить как качественное, так и количественное различие изменения анализируемых зависимостей, что отражает влияние особенностей химико-технологической процедуры модификации дисперсно-кристаллитной структуры цементного камня как на механизм разрушения структуры под нагрузкой, так и на значения прочности $R_{ри}$ и $R_{сж}$ [2]. Вместе с тем следует отметить, что незначительное излучение УЗ-импульсов вплоть до уровня нагружения 0,95–0,96 $\cdot R_{ри}$ обусловлено наличием достаточного количества адгезионных контактов электромагнитной и электростатической природы в наноструктуре цементного камня 28-суточного возраста, что особенно характерно для образцов цементного камня серии 2 с дозировкой СП С-3 в количестве 1% массы цемента. Акустический параметр $N_1(A_1)/N_2(A_2)$ может быть использован для идентификации разрушения образцов цементного камня на диаграмме нагружения с учетом различных физических явлений, лежащих в основе генерируемых сигналов АЭ с амплитудой A_1 и A_2 и отражающих в общем случае вклад пластической и хрупкой составляющих в суммарный процесс разрушения.

Анализ зависимостей изменения генерируемых сигналов АЭ от интенсивности нагружения для образцов цементного камня в возрасте 420 сут, когда упрочнение

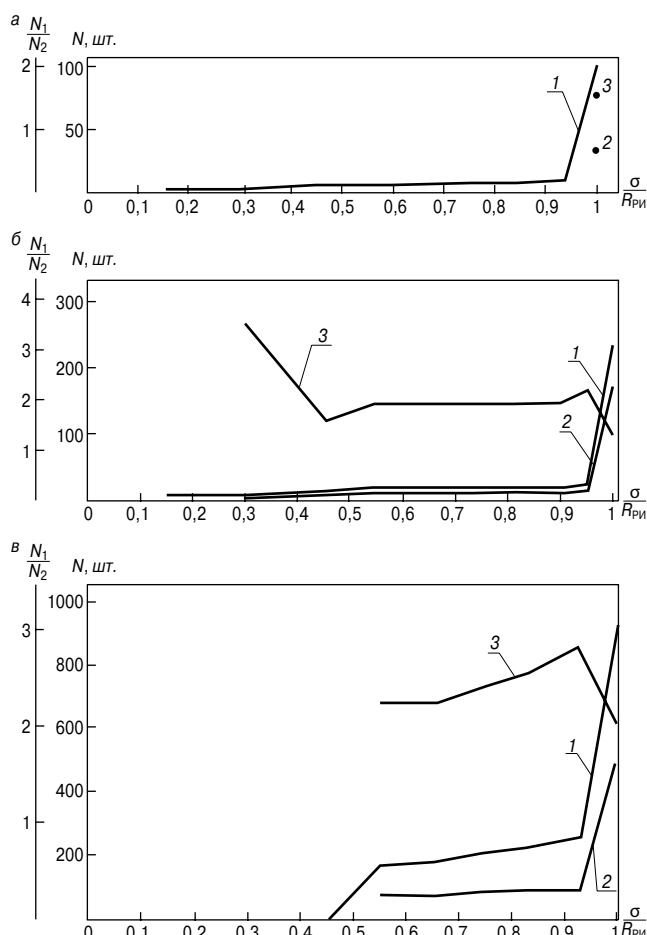


Рис. 3. Зависимость количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ соответственно с амплитудами A_1 и A_2 и отношения N_1/N_2 от интенсивности нагружения образцов серии 3: 1 – амплитуда сигнала АЭ $A_1=0,05-0,5$ В; 2 – амплитуда сигнала АЭ $A_2>0,5$ В; 3 – отношение количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ. Возраст цементного камня: а – 28 сут; б – 420 сут; в – 18 лет

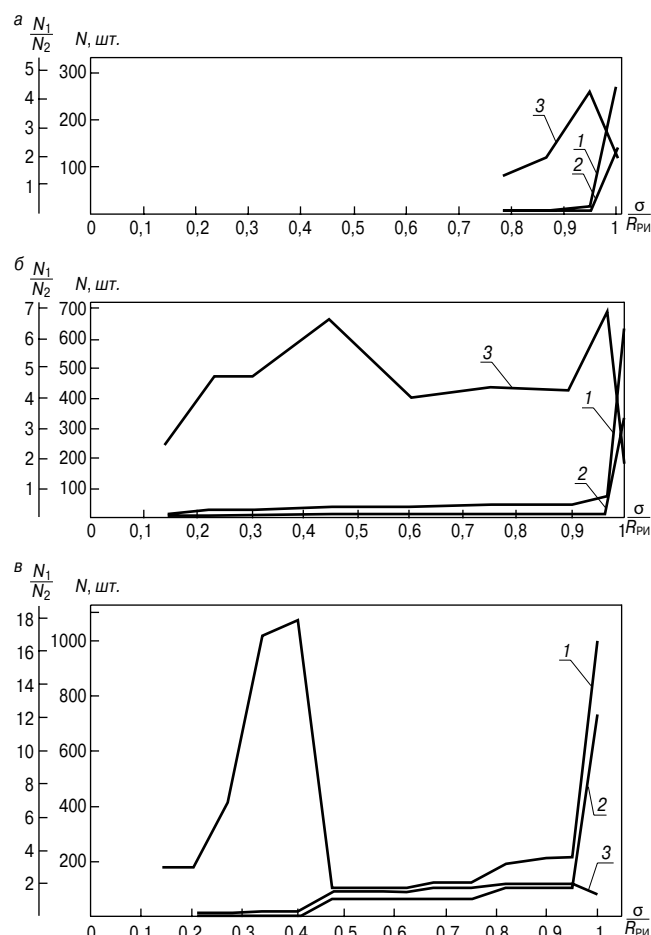


Рис. 4. Зависимость количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ соответственно с амплитудами A_1 и A_2 и отношения N_1/N_2 от интенсивности нагружения образцов серии 4: 1 – амплитуда сигнала АЭ $A_1=0,05-0,5$ В; 2 – амплитуда сигнала АЭ $A_2>0,5$ В; 3 – отношение количества (N_1 и N_2) сигналов АЭ. Возраст цементного камня: а – 28 сут; б – 420 сут; в – 18 лет

структуры во времени связано с переходом части адгезионных контактов электромагнитной и электростатической природы в кристаллизационные связи валентной природы [5], с одной стороны, приводит к заметному повышению прочности $R_{ри}$ до значений 6,38; 6,69; 6,9 и 7,5 МПа соответственно для серий образцов 1–4, а с другой – свидетельствует о принципиально ином качественном и количественном характере изменения генерируемых УЗ-импульсов АЭ образцами сравниваемых серий.

Так, первые сигналы АЭ как с амплитудой A_1 , так и с амплитудой A_2 были зарегистрированы на всех образцах сравниваемых серий на самых начальных уровнях нагружения, т. е. на уровнях 0,14–0,16 $R_{ри}$. Дальнейшее нагружение образцов, как это видно из графических зависимостей рис. 1–4, характеризуется достаточно интенсивным излучением УЗ-импульсов АЭ относительно образцов цементного камня 28-суточного возраста. При этом наибольшую интенсивность сигналов АЭ показали образцы серии 2, что коррелирует с параметром модифицирования структуры цементного камня и приростом его прочности в возрасте 420 сут.

Зависимости $N_1(A_1)/N_2(A_2)$ для образцов этого возраста достаточно наглядно отражают колебания этого отношения и стохастический характер амплитудно-энергетического распределения УЗ-импульсов АЭ на кривой нагружения опытных образцов. Стохастичность АЭ на этапах нагружения обусловлена неравновесными фазовыми переходами, которые с позиций синергети-

ки [6] позволяют обосновать как наличие дискретных уровней энергии на единицу длины развития дефекта структуры, так и смену микромеханизма разрушения в точке бифуркации, при достижении которой скачкообразно изменяются свойства из-за самоорганизации процесса.

При предельном уровне нагружения 0,94–0,97 $R_{ри}$ образцов 420-суточного возраста серии 1–4 было зарегистрировано УЗ-импульсов АЭ с амплитудами A_1 и A_2 соответственно 67 и 16; 396 и 111; 22 и 10; 77 и 11, что соответствует отношению $N_1(A_1)/N_2(A_2)$ как 4,2; 3,6; 2,2 и 7. При полном разрушении этих образцов было зарегистрировано УЗ-импульсов с A_1 и A_2 соответственно 317 и 218; 741 и 341; 236 и 175; 638 и 333, что соответствует отношению $N_1(A_1)/N_2(A_2) = 1,45; 2,2; 1,3$ и 1,9.

Прежде чем провести анализ зависимостей изменения генерируемых УЗ-импульсов АЭ от интенсивности нагружения для образцов цементного камня 18-летнего возраста, следует отметить, что в этом возрасте в структуре цементного камня проявились в полной мере как собственные деформации и собственные напряжения, так и формирование конденсационно-кристаллизационной структуры, в результате чего прочность $R_{ри}$ сравниваемых серий образцов стала составлять соответственно 5,35; 6,53; 6,2 и 7 МПа, то есть произошло снижение $R_{ри}$ относительно возраста 420 сут.

Однако несмотря на снижение $R_{ри}$, следует подчеркнуть, что интенсивность излучения этими образцами УЗ-импульсов АЭ как с амплитудой A_1 , так и с ампли-

тудой A_2 стала еще больше, что, вероятно, обусловлено развитием дефектов структуры от собственных напряжений, являющихся дополнительными источниками генерирования сигналов АЭ. Характер же изменения зависимостей излучения ультразвуковых импульсов на диаграмме нагружения образцов 18-летнего возраста в принципе остается таким же, как и в возрасте образцов 420 сут. При этом акустический параметр отношения $N_1(A_1)/N_2(A_2)$ сравниваемых серий образцов в возрасте 18 лет при предельном напряжении, равном 0,93–0,97 $R_{\text{пр}}$, составлял 3,3; 3,6; 2,82 и 1,93, а при полном разрушении – 1,9; 1,7; 2 и 1,35 для образцов серий 1–4.

Сравнивая результаты исследования характера изменения излучения УЗ-импульсов АЭ от интенсивности нагружения во временном диапазоне от 28 сут до 18 лет, следует отметить, что информацию, полученную методом акустической эмиссии, можно положить в основу идентификации разрушения цементного композита под нагрузкой с достаточно четкой идентификацией пластической и хрупкой составляющей процесса по численным значениям акустического параметра $N_1(A_1)/N_2(A_2)$ на кривой нагружения, значения которого достаточно четко отражают влияние процедуры введения С-3 на формирование дисперсно-кристаллитной структуры цементного камня и ее механическое поведение под нагрузкой.

Таким образом, контролируя характер изменения излучения УЗ-импульсов АЭ, параметры сигналов АЭ по амплитуде и параметр отношения $N_1(A_1)/N_2(A_2)$, можно не только судить о прочностных свойствах материала в реальном масштабе времени, но и прогнозировать предельное состояние структуры или установить связь между уровнем напряжения и сопротивлением

материала стабильному и нестабильному развитию микротрещин разрушения. Такой контроль приближает исследователя к пониманию самого процесса разрушения и выявлению параметров материала, определяющих его трещиностойкость, и на этой основе осуществлять рациональную оптимизацию структуры и технологии создания цементных композитов нового поколения с определенными свойствами, заранее заданными в некоторых пределах.

Ключевые слова: цементный камень, суперпластификатор, структура, длительная прочность, трещиностойкость, акустическая эмиссия, параметры акустической эмиссии, механика разрушения, идентификация процесса.

Список литературы

1. Макридин Н.И., Максимова И.Н., Овсякова Ю.В. Долговременная прочность модифицированной структуры цементного камня. Ч. 1 // Строительные материалы. 2010. № 10. С. 74–77.
2. Макридин Н.И., Максимова И.Н., Овсякова Ю.В. Долговременная прочность модифицированной структуры цементного камня. Ч. 2 // Строительные материалы. 2011. № 7. С. 72–75.
3. Ленг Ф.Ф. Разрушение композитов с дисперсными частицами в хрупкой матрице: В кн. «Композиционные материалы». М.: Мир, 1978. Т. 5. С. 11–57.
4. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. М.: Издательство стандартов, 1976. С. 272.
5. Сычев М.М. Твердение вяжущих веществ. Л., 1974. С. 80.
6. Бобрышев А.Н. и др. Синергетика композитных материалов. Липецк: ОРИУС, 1994. С. 152.



НПО ОДО «ЛАМЕЛ-777»

Реклама

Технологии
Дисперсных
Материалов



Дезинтегратор ДЗ-10



Центробежная дробилка ЦД-0.6



Бисерная мельница

**ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНО-КЛАССИФИЦИРУЮЩЕЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

Технологии	Оборудование	Минерал. сырье
• производство тонкодисперсных материалов • переработка отсевов, шлаков, золоотвалов • переработка техногенных отходов • пневматическое разделение дисперсных материалов по крупности, плотности, форме частиц • воздушное обогащение рудных и нерудных материалов	• дезинтеграторы • диссембраторы • гирационные вибромельницы • центробежно-ударные дробилки • воздушные классификаторы и сепараторы: -центробежные -комбинированные -каскадно-гравитационные • циклоны, фильтры и др	• рудные и нерудные материалы • мел • гипс • мрамор • доломит • шунгит • гидратная известь • волластонит • вермикулит • гематит • песок • отсевы, шлаки • золоотвалы • техногенные отходы и др.

**Разработка
Производство
Инженеринг**



Классификатор центробежный статический КЦС-15



Классификатор комбинированный КМК-30



Диссольвер

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СУСПЕНЗИЙ

Технологии	Оборудование	Сырье
• производство различных ЛКМ • тонкое измельчение • диспергирование • смешение	• бисерные мельницы -герметичные -погружные • диссольверы • смесители	• лакокрасочные материалы • пасты • пестициды • пищевые суспензии

РБ, г. Минск, ул. Автомобилистов 4, т./ф. (+37517) 3353217, 3353306, <http://lamel777.ru>, e-mail: lamel777@mail.ru

И.М. БАРАНОВ, канд. техн. наук, ООО «НТЦ ЭМИТ» (Москва)

Практическая методика определения рациональных составов специальных бетонов

Одной из проблем технологии бетона является разработка простой и доступной для заводских лабораторий стандартной методики по оперативному подбору рациональных составов тяжелого бетона, а в настоящее время еще и специальных его видов (высокопрочных, самоуплотняющихся и других бетонов с пластифицирующими, стабилизирующими и полимерными добавками). Имеющиеся методики предусматривают многочисленные трудоемкие и длительные испытания исходных материалов. Затем производится назначение и практическое уточнение составов бетонов на соответствие их свойств заданным технологическим и физико-механическим показателям. При этом не уделяется должного внимания таким факторам, как определение рационального соотношения между мелким и крупным наполнителями, влияние тонкомолотых наполнителей и песка на водопотребность и удобоукладываемость бетонной смеси. Кроме названных проблем имеются также вопросы и к методикам подбора составов бетона с добавками, в первую очередь пластифицирующими. Разработке названного стандарта в определенной степени мешает отсутствие общепризнанной простой и доступной методики определения рационального соотношения между тонкомолотым, мелким и крупным наполнителями в проектируемых составах бетонной смеси. В особенности такая методика в настоящее время необходима при проведении подборов составов специальных бетонов.

В предлагаемой методике* основной задачей являлось упрощение работы заводских лабораторий при подборе составов бетона. Упрощение в этой методике достигается путем использования исходных материалов без проведения многочисленных, трудоемких и длительных их испытаний, а также применения заполнителей без предварительной сушки. По результатам одного подбора по данной методике можно назначать несколько рабочих производственных составов бетона. Использование установленных закономерностей изменения удобоукладываемости бетонной смеси с различным водосодержанием при изменении в ней расхода песка позволяет значительно облегчить задачу нахождения оптимального соотношения между мелким и крупным наполнителями, что также упрощает работу лабораторий.

Настоящая методика дает возможность экспериментально-графическим методом устанавливать основные зависимости между технологическими факторами, прочностью бетона и расходом составляющих его компонентов. При этом сначала в трех опытных составах с различным содержанием цемента, в том числе с назначенным количеством выбранной тонкомолотой добавки, и при постоянном расходе воды в каждом из составов находят рациональное соотношение между крупным и мелким наполнителями. Затем из установленных трех рациональных составов бетонной смеси готовятся новые замесы, в которых удобоукладываемость смеси должна соответствовать заданной удобоукладываемости. Из этих смесей формуруются образцы, а результаты

их испытаний служат для построения графических зависимостей:

$$R=f(\Pi/B); \Pi=f(\Pi/B); \Pi=f(\Pi); \Pi=f(\Pi) \text{ при } U=\text{const.}$$

Эти зависимости используются для назначения рабочих производственных составов бетона требуемой прочности.

Необходимо сказать, что данную методику можно применять и при определении рациональных составов бетона с добавками суперпластификаторов, вводимых в бетонную смесь с целью экономии цемента, повышения прочности бетона и увеличения удобоукладываемости бетонной смеси, а также бетона с пуццолановыми, тонкомолотыми минеральными, полимерными, стабилизирующими и др. добавками.

Следует отметить, что установление оптимального соотношения между мелким и крупным наполнителями в бетонной смеси по данной методике лучшим образом и быстрее можно было бы определять, если в ходе работы будет использоваться смеситель, оборудованный прибором, способным оценивать формовочные свойства бетонной смеси (реологические или другие характеристики). Что касается подбора составов высокопрочных бетонов, то работу необходимо выполнять используя смесители с интенсивным режимом перемешивания. Рациональные опытные составы по содержанию песка в процессе выполнения подбора устанавливаются при поочередном их замешивании. Объем замеса назначается с учетом вместимости смесителя, а при его отсутствии исходя из требований стандартных методик, предназначенных для определения характеристик удобоукладываемости бетонной смеси. Но в этом случае следует иметь в виду, что использование для названных целей стандартных методик по определению характеристик удобоукладываемости бетонной смеси затруднительно,

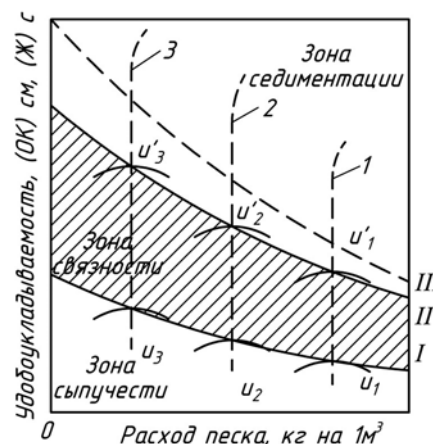


Рис. 1. Влияние расхода цемента и водосодержания бетонной смеси на изменение ее удобоукладываемости в опытных замесах при введении в состав смеси песка с влажностью, соответствующей его водопотребности. Расход цемента в кг на м³: 1 — 300; 2 — 400; 3 — 500; I — граница связности, В/Ц = 0,876 К_{н.г.}; II — граница седиментации, В/Ц = 1,65 К_{н.г.}; III — граница расслаиваемости. Расход щебня в опытных замесах постоянный

* — методика разработана в порядке совместного с ООО ПКП «Трауф» выполнения работы по подбору специальных бетонов.

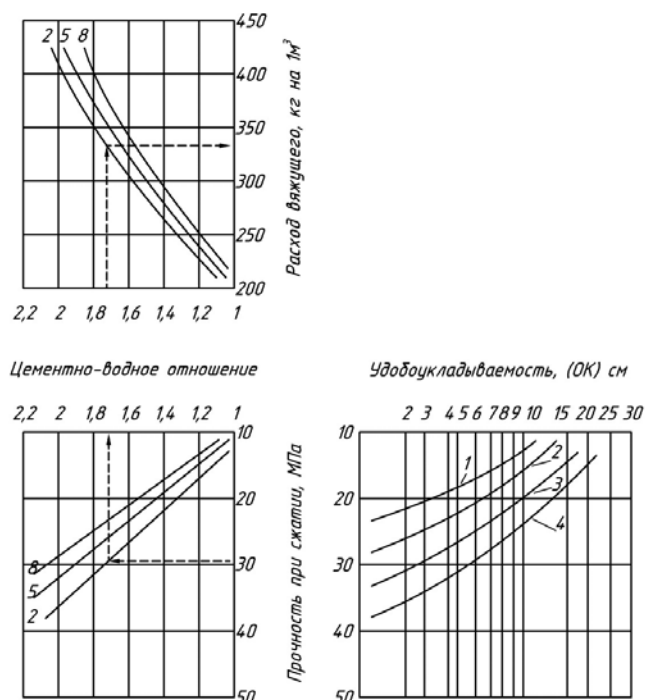


Рис. 2. Номограмма для назначения рабочих составов бетона требуемой прочности при удобоукладываемости бетонной смеси 2; 5 и 8 см осадки конуса. Расход цемента в кг на 1 м³: 1 – 250; 2 – 300; 3 – 350; 4 – 400

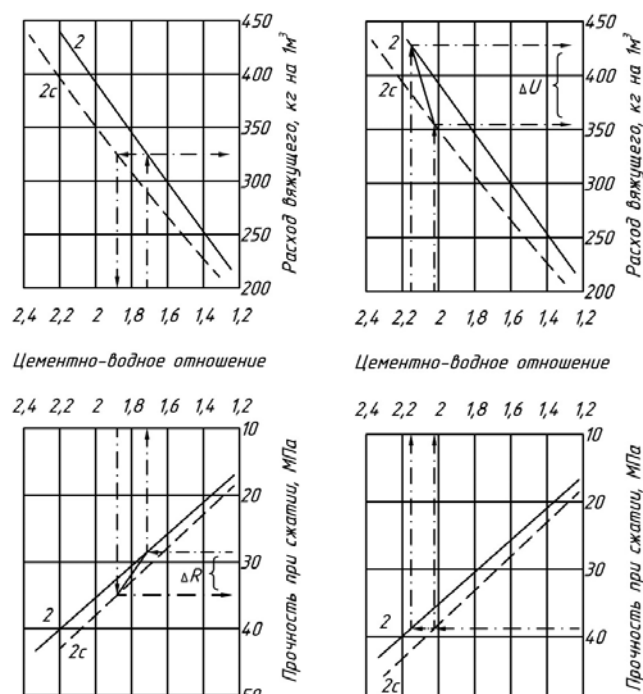


Рис. 3. Номограмма для определения повышения прочности бетона марки 300 при введении в бетонную смесь с осадкой конуса 2 см суперпластифицирующей добавки С-3 в количестве 0,5% от массы вяжущего



Рис. 4. Номограмма для определения снижения расхода цемента в бетоне марки 400 при введении в бетонную смесь с осадкой конуса 2 см суперпластифицирующей добавки С-3 в количестве 0,5% от массы вяжущего

так как ни по одной из стандартных методик нельзя оценить удобоукладываемость смеси в полном диапазоне ее формовочных свойств, начиная от жестких и кончая литыми смесями. Однако в предлагаемой методике при отработке рациональных составов бетона изменение удобоукладываемости смеси можно определять по осадке конуса.

Прежде чем приступить к подбору, устанавливаются: объемная насыпная масса щебня, его водопотребность и водопоглощение, водопотребность песка и нормальная плотность цемента, в том числе цемента с тонкомолотыми минеральными добавками.

Лабораторный подбор при нахождении оптимального содержания мелкого заполнителя (песка) в опытных составах бетонов выполняется на увлажненных щебне и песке. Влажность щебня при этом должна соответствовать суммарному значению его водопотребности и условному водопоглощению, а влажность песка — его водопотребности. При установлении рациональных составов специальных бетонов к щебню и цементу добавляются согласно табл. 1 кремнеземистые добавки, каменная мука и пластификаторы.

Выполнение подбора производится в соответствии с табл. 2 и начинается с установления оптимального содержания песка в трех опытных составах бетонной смеси с расходами вяжущего, например 300, 400 и 500 кг/м³ для рядовых бетонов марок от 100 до 500 и 600, 700, 800 кг/м³ для высокопрочных бетонов. Расход щебня на 1 м³ бетона в каждом из опытных составов должен быть равным объемной массе увлажненного щебня.

При выполнении работы по определению рационального содержания песка в составе рядового бетона в каждом замесе к отвешенным увлажненному щебню и цементу приливается вода в количестве, рассчитанном согласно выражению $V = X_{б.с} \cdot K'_{н.г} \cdot Ц$, где $X_{б.с}$ — коэффициент водосодержания бетонной смеси, принимаемый равным 1 при условии, что удобоукладываемость бетон-

ной смеси определяется на специальном приборе по реологическим параметрам, и равным 1,5, если удобоукладываемость смеси определяется по осадке конуса и ее распылу; $K'_{н.г}$ — коэффициент нормальной густоты цементного теста; $Ц$ — расход цемента, кг/м³. При подборе составов специальных бетонов с кремнеземистыми добавками расход воды определяется согласно выражению $V = X_{б.с} \cdot K'_{н.г} \cdot Ц + M_k + K_m$, где $K'_{н.г}$ — коэффициент нормальной густоты теста с микрокремнеземом (M_k) и каменной мукой (K_m).

Далее к отдозированным компонентам опытного состава (щебню, цементу, микрокремнезему, каменной пыли, пластификатору и воде) при их перемешивании, периодически порциями по 0,5 кг добавляется песок с влажностью, соответствующей его водопотребности. Заготавливают песок для приготовления замеса из расчета 600; 700; 800 кг/м³ при соответствующем расходе цемента 500; 400; 300 кг/м³. Периодически после каждого добавления песка определяют параметры реологических характеристик или удобоукладываемости бетонной смеси (ОК и распыл — в см, а Ж — в с).

Первоначальное определение удобоукладываемости производят при расходе песка 0,4 от максимально предполагаемого расчетного количества.

В перемешиваемой бетонной смеси опытных составов песок при его добавлении увеличивает раздвижку зерен крупного заполнителя и изменяет соотношение между трением и структурной вязкостью бетонной смеси. В результате удобоукладываемость бетонной смеси сначала будет возрастать за счет уменьшения внутренних сил трения зерен крупного заполнителя, а затем уменьшится, когда начнет возрастать вязкость растворной части смеси. Поэтому песок добавляется до тех пор, пока реологические характеристики или характеристики удобоукладываемости бетонной смеси, достигнув наибольшего своего значения, не начнут уменьшаться. В этот момент содержание песка в опытном составе, со-

Опытные составы, предназначенные для определения оптимального соотношения наполнителей в специальных бетонах

Таблица 1

Наименование компонентов	Ориентировочный расход	Порядок ведения опытов	Расход компонентов в опытных составах, кг/м³															Бетон с повышенной липкостью для торкретирования	Минералполимерный композит для ремонта гидросооружений					
			Рядовой бетон		Высокопрочный бетон				Самоуплотняющийся бетон				Бетон с повышенной связностью бетонной смеси для подводного бетонирования											
			300	400	500	600	700	800	600	700	800	600	700	800	700	800	900			500	600	700		
Щебень увлажненный (всего)	Масса 1м³	I	Масса 1 м³															Масса 1 м³			Масса 1 м³			
в т.ч.: -фр. 3÷20 мм			-															-			-			
фр. 3÷10 мм			Масса 1 м³															-			-			
фр. 3÷8 мм			Масса 1 м³															Масса 1 м³			Масса 1 м³			
Цемент (всего)	10÷15% от массы цемента	II	300	400	500	600	700	800	600	700	800	600	700	800	600	700	800	700	800	900	500	600	700	
в т.ч.: М 400 ДО ±Д20			300	400	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
М 500 ДО			300	400	500	600	700	800	600	700	800	600	700	800	600	700	800	700	800	900	425	510	595	
М 500 ДО активир. цемент			-	-	-	600	700	800	600	700	800	600	700	800	600	700	800	700	800	900	425	510	595	
Напрягающий цемент			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	90	105
Микрокремнезем (трепел, диатомит, метакалин, зола ферросилиций, гель кремниевой кислоты и др. активированные)	До 15% к массе цемента	III	-	-	-	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 15%	до 10%	до 10%	до 10%	до 10%	
Каменная мука из прочных горных пород, активированная	До 40% к массе цемента	IV	-	-	-	до 40%	до 40%	до 40%	до 20%	до 20%	до 20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Суперпластификатор «С-3» (сух.)	До 1% от массы цемента	V	до 1%	до 1%	до 1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	до 1%	до 1%	до 1%	до 1%	
поликарбоксилат (40% р-р)			-	-	-	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	до 1%	до 1%	до 1%	до 1%	до 1%	до 1%	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	до 0,5%	
Вода	B= 1÷1,5 xКн.г xЦ +М.г xКм	VI																						
Песок	Вводятся порциями в замес до получения max.	VII																						
кварц. увлажненный (всего)																								
в т.ч. фр. 0÷5 мм						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
фр. 0,1÷0,4 мм, активир. (40% в смеси)			-	-	-										-	-	-	-	-	-	-	-	-	
фр. 0,4÷1 мм, активир. (60% в смеси)			-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Таблица 2

Результаты испытаний по определению рациональных составов бетона в опытных замесах

Наименование компонентов и свойств бетонной смеси	Влажность наполнителей, %		Ориентировочная дозировка, %	Расход компонентов в опытных замесах, кг, на:					
				Состав 1		Состав 2		Состав 3	
				1 м ³	Опытный замес 7 л	1 м ³	Опытный замес 7 л	1 м ³	Опытный замес 7 л
Щебень увлажненный			1 м ³ по массе	Масса 1 м ³	$\frac{\text{кг}}{\text{Объем 7 л}}$	Масса 1 м ³	$\frac{\text{кг}}{\text{Объем 7 л}}$	Масса 1 м ³	$\frac{\text{кг}}{\text{Объем 7 л}}$
Цемент	–	–	–	600 300–700	4,2	700 400–800	4,9	800 500–900	5,6
Микрокремнезем, Мк	–	–	До 15% к массе цемента	–		–		–	
Каменная мука, Мк	–	–	До 40% к массе цемента	–		–		–	
Суперпластификатор, гиперпластификатор	–	–	До 1% от массы цемента	–		–		–	
Вода	–	–	$V=1 \div 1,5 \times \frac{K_{н.г.} \times C \times M_k}{K_m}$	–		–		–	
Песок увлажненный			Вводится порциями в замес до луч. тах. удобоукл. смеси	–		–		–	
Сумма компонентов, кг									
Осадка конуса, см									
Распływ конуса, см									
Плотность смеси, г/л									

Примечания:

Цемент, микрокремнезем и каменная мука вводятся в замес с выбранным соотношением.

Песок вводится в замес увлажненным с влажностью, соответствующей его водопотребности и выбранным соотношением между фракциями.

Таблица 3

Перечень добавок к специальным бетонам, обеспечивающих получение заданных свойств

Наименование добавок	Расход добавок в составах опытных замесов спецбетонов, % к массе цемента					Минералполимер- ный композит для ремонта гидросо- оружений
	Рядовой бетон	Высокопрочный бетон	Самоуплотняю- щийся бетон	Бетон с повышён- ной связностью бе- тонной смеси для подводного бето- нирования	Бетон с повышён- ной липкостью для торкретбетона	
Дисперсное волокно в т. ч.: – базальтовая фибра; стальная фибра	– –	до 0,5 до 3	до 0,5 до 3	до 0,5 до 3	до 1 –	до 0,5 до 1
Полимерное связующее на ос- нове акриловых сополимеров в т. ч.: – акриловый сополимер; ГКЖ-11	– –	до 3 –	до 3 –	до 5 –	до 5 до 1	до 15 до 5
Добавки, повышающие лип- кость смеси и адгезию бетона в т. ч.:						
полиакриламид ;	–	–	–	–	до 5	до 5
акриловый загуститель ;	–	–	–	–	до 5	до 5
триэтаноламин	–	–	–	–	до 1,5	до 1,5
Добавки, повышающие внут- реннюю связность бетонной смеси:						
в т. ч.: – полиоксипропилен; полиакриламид	– –	– –	– –	до 0,2 до 1,5	– –	– –
гидролизованый по- лиакрилонитрил	–	–	–	до 1,5	–	–
поликарбонатный стабилизатор	–	–	–	до 1,5	–	–
Регуляторы скорости затверде- вания бетонной смеси и твер- дения бетона	–	–	–	до 2	–	до 2

ответствующее наивысшему значению удобоукладываемости смеси, следует считать оптимальным.

Подобным образом оптимальное содержание песка при предварительно установленной расчетной дозировке воды определяют в остальных двух опытных составах бетонной смеси с другими расходами вяжущего.

Как показали исследования, обобщенные результаты которых представлены на рис. 1, оптимальное содержание песка в бетонной смеси опытных составов, установленное так, как это было изложено ранее, не меняется с изменением количества воды, если водосодержание смеси не выходит за границу расслоения. Это объясняется тем, что с изменением количества воды соотношение между внутренними силами трения крупного заполнителя и вязкостью растворной части в бетонной смеси оптимального опытного состава по соотношению между песком и щебнем остается постоянным, до тех пор пока бетонная смесь имеет связность и не расслаивается. При этом увеличение или уменьшение дозировки воды [1–3] повышает или уменьшает коэффициент раздвижки бетонной смеси, от которого непосредственно зависит удобоукладываемость смеси. Изменить это соотношение между силами трения крупного заполнителя и вязкостью растворной части в бетонной смеси можно только с помощью пластифицирующих и стабилизирующих добавок. Пластификаторы, как известно, уменьшают силы трения в бетонной смеси, а стабилизаторы повышают ее вязкость. Из этого следует, что если в какой-либо подобранный данным способом состав бетонной смеси добавить суперпластификатор, то получим самоуплотняющуюся смесь, а если добавить стабилизатор, то будем иметь текучую смесь с высокой связностью, например для подводного бетонирования.

Учитывая изложенное, выполнение работы по определению оптимального соотношения наполнителей в опытных составах можно значительно упростить и устанавливать это оптимальное соотношение при одном каком-то водосодержании бетонной смеси, например при водосодержании с коэффициентом $X_{б,с} = 1,5 \cdot K' \cdot n \cdot g$. При этом вся работа может проводиться на подвижных бетонных смесях с определением удобоукладываемости по осадке и распылу стандартного конуса.

Если же имеющиеся приборы по определению удобоукладываемости бетонной смеси позволяют установить оптимальное содержание песка в смеси лучше при другом ее водосодержании (с другим коэффициентом $X_{с,б}$), то принимается и соответствующий этому водосодержанию расход воды в опытных составах. Однако водосодержание бетонной смеси, например у смеси без тонкомолотых кремнеземистых и пластифицирующих добавок, должно находиться в таких пределах, чтобы коэффициент водосодержания изменялся от 0,876 до 1,65, что диктуется условиями получения связной бетонной смеси [4, 5].

Следующий этап работы — это приготовление бетонной смеси из каждого ранее установленного рационального опытного состава с разным расходом цемента и с заданной удобоукладываемостью для формирования образцов. Перечень добавок, используемых на этом этапе при подборе составов специальных бетонов, которые должны придавать им свойства, соответствующие задаваемым требованиям приведен в табл. 3. При оценке влияния суперпластификаторов на свойства бетонной смеси и бетона образцы формируются из бетонной смеси с добавкой суперпластификатора и без него. Заданные показатели удобоукладываемости бетонной смеси в этой работе обеспечиваются путем постепенного приливания воды к отдозированным компонентам опытного замеса в процессе перемешивания.

Далее в каждом рациональном опытном составе приготовленной бетонной смеси предварительно опре-

деляется объемная масса бетонной смеси, уплотненной при производственных режимах для перерасчета фактического расхода материала на 1 м^3 бетона. Затем из этой смеси формуруются образцы в необходимом количестве и испытываются в соответствующие сроки после твердения по принятым производственным режимам.

Если опытные составы бетона должны подбираться не только по прочности при сжатии, но и с учетом других специальных его свойств, таких как водонепроницаемость, морозостойкость, трещиностойкость и другие, то одновременно с основными готовят и специальные образцы. Эти образцы после твердения испытывают по соответствующим методикам параллельно с образцами кубами.

Расчет фактических расходов компонентов бетона на 1 м^3 производится в каждом из опытных составов по следующей формуле:

$$\Pi(B; П; Ш; D_{оп.3}) = \frac{\Pi_{оп.3} (B_{оп.3}; П_{оп.3}; Ш_{оп.3}; D_{оп.3}) \gamma_{ф.с.м}}{\Pi_{оп.3} + B_{оп.3} + П_{оп.3} + Ш_{оп.3} + D_{оп.3}}$$

где $\Pi, B, П, Ш, D$ — расход соответственного цемента, (в том числе с минеральными добавками) воды, песка, щебня и добавок (пластифицирующих, полимерных и др.) на 1 м^3 бетона, кг; $\Pi_{оп.3}$ — расход цемента (в том числе с минеральными добавками) в опытном замесе, кг;

$B_{оп.3} = B_{доз} + B_{доб} + П_{вл} \lambda_{п} + Ш_{вл} \lambda_{ш}$ — суммарный расход воды в опытном замесе, л;

$П_{оп.3} = П_{вл} - П_{вл} \lambda_{п}$ — расход сухого песка в опытном замесе, кг;

$Ш_{оп.3} = Ш_{вл} - Ш_{вл} \lambda_{ш}$ — расход сухого щебня в опытном замесе, кг;

$D_{оп.3}$ — расход добавок в виде сухого вещества, кг;

$B_{доз}$ — расход дозируемой воды в опытном замесе, л;

$B_{доб}$ — расход воды, содержащейся в растворах добавок, л; $П_{вл}; Ш_{вл}$ — соответственно расход увлажненного песка и щебня в опытном замесе, кг; $\lambda_{п}, \lambda_{ш}$ — соответственно влажность песка и влажность с водопоглощением щебня в опытном замесе, %; $\gamma_{ф.с.м}$ — фактическая объемная масса бетонной смеси в опытном замесе, кг/м^3 .

Полученные расчетные данные о расходе компонентов в опытных составах и данные испытаний образцов на прочность, изготовленных из бетонных смесей этих составов, используются для построения графических зависимостей:

$R = f(\Pi/B); \Pi = f(\Pi/B); П = f(\Pi); Ш = f(\Pi)$ при $U = \text{const}$, где R — предел прочности образцов бетона при сжатии, МПа; $\Pi, П, Ш$ — расход соответственно цемента, песка и щебня на 1 м^3 бетона, кг; U — показатель удобоукладываемости бетонной смеси, см.

На рис. 2 приведены графические зависимости, полученные для бетона на цементе М 400 Воскресенского цементного завода с нормальной густотой 0,28, щебне Вяземского карьера с объемной массой 1440 кг/м^3 и водопотребностью с водопоглощением 4%, песке Тучковского карьера водопотребностью 7,5%. В этом примере сначала было установлено оптимальное содержание песка в трех опытных составах, а затем из бетонной смеси рациональных составов с осадкой конуса 2; 5 и 8 см изготовили образцы-кубы размером $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$, которые испытали после пропаривания.

В результате с помощью построенных по этой методике графиков для любой (в пределах полученных значений) марки бетона стало возможным определять и назначать рабочие производственные составы бетонной смеси с удобоукладываемостью, соответствующей удобоукладываемости бетонной смеси в опытных составах.

Осуществляется это определение и назначение производственных составов бетонной смеси, например, для бетона марки 300, получаемого из бетонной смеси без добавок пластичностью 2 см, следующим образом.

Сначала на графике зависимости прочности бетона при сжатии от Ц/В (рис. 2) определяется цементно-водное отношение, соответствующее требуемой марочной прочности, в нашем случае 300.

Затем на графике зависимости расхода вяжущего от Ц/В находят расход вяжущего, который соответствовал найденному цементно-водному отношению. На остальных графиках $P=f(\text{Ц})$ и $\text{Щ}=f(\text{Ц})$, которые в данной статье не приводятся, устанавливается расход песка и щебня для известного уже расхода вяжущего. Расход воды рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{\text{Ц}}{\text{Ц/В}}, \text{ л на } 1 \text{ м}^3$$

Если используется суперпластифицирующая добавка, то расход ее определяется в процентах от массы цемента.

Повышение прочности бетона и увеличение удобоукладываемости бетонной смеси за счет введения суперпластификатора при постоянном расходе цемента уста-

навливается, например, для бетона марки 300 как это показано на рис. 3.

Определение снижения расхода цемента за счет введения суперпластификатора при неизменной прочности бетона, например марки 400, представлен на рис. 4.

Список литературы

1. *Баженов Ю.М.* Способы определения состава бетона различных видов. М.: Стройиздат, 1975. С. 99–104.
2. *Шадрин А.А.* Экспериментально-графический метод назначения составов бетонов. М.: Госстройиздат, 1962. С. 11–28.
3. *Сизов В.П.* Проектирование составов тяжелого бетона. М.: Стройиздат, 1979. С. 15–25.
4. *Ахвердов И.Н.* Высокопрочный бетон. М.: Госстройиздат. 1961. 12 с.
5. *Блешик Н.П.* Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси и пресс-вакуум бетона. Минск: Наука и техника, 1997. С. 38–43.

ООО «НТЦ ЭМИТ»

Разработка и внедрение эффективных материалов, изделий, технологий

Генеральный директор *Баранов Иван Митрофанович*

(495) 351-96-73 E-mail: emitpb@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ

Награды за мультикомфортность

Современное строительство – сложный, высокотехнологичный и высокоточный процесс. Здания, строящиеся сегодня, зачастую уже являются домами будущего: материалы и технологии, использующиеся при их возведении, существенно опережают складывавшиеся годами представления о том, каким должен быть современный дом. Однако очевидно, что требования по безопасности для людей и окружающей среды, предлагаемые в настоящее время авторами экспериментальной застройки, очень скоро станут общепринятыми. А это значит, что уже сегодня необходимо думать о подготовке специалистов, умеющих работать в новых условиях. Именно этими соображениями руководствуется международный концерн «Сен-Гобен», седьмой раз проводящий студенческий конкурс «Мультикомфортный дом «Сен-Гобен»». За годы существования конкурса участие в нем приняли будущие специалисты из Австрии, Германии, Великобритании, США, Испании, Болгарии, Хорватии, Чехии, Эстонии, Финляндии, Латвии, Литвы, Сербии, Турции, Казахстана и Беларуси.

Российские студенты в этом году впервые приняли участие в открытом конкурсе «Мультикомфортный дом «Сен-Гобен-2012»». Возрождение и развитие промышленного района». Единым заданием конкурса для участников было проектирование «зеленого» микрорайона в рамках программы восстановления жилого микрорайона на 12–15 семей, расположенного около реки Трент (Ноттингем, Великобритания). Одно из обязательных требований к проекту — учет специфики социально-экономических аспектов региона и организации близлежащего пространства.

Итоги национального этапа конкурса подведены в конце марта 2012 г. в Москве. В состав жюри вошли признанные

эксперты в области архитектуры и строительства в России под руководством председателя Совета по экоустойчивой архитектуре Союза архитекторов России А. Н. Ремизова.

Первое место заняли студенты Московского государственного строительного университета А. Иванов, Н. Ергалиев и А. Акимов. Выбор проекта-победителя в первую очередь был обусловлен тем, насколько творческая группа смогла решить основную задачу: проектирование жилого квартала в соответствии с требованиями энергоэффективности в рамках концепции «зеленого строительства». Студенты предложили ряд мероприятий по использованию избыточной в данное время года энергии.

Другим важным аспектом в выборе работы-победителя был целостный подход к проектированию с учетом специфики имеющейся местности. Студентам МГСУ удалось наиболее полно решить поставленную перед ними задачу. Они смогли не только реконструировать жилые здания с использованием современных строительных материалов, но и максимально полно задействовать ландшафтные ресурсы для создания комфортного жизненного пространства. Авторы предложили построить на берегу рукава реки Трент современные здания, где располагаются яхт-клуб, фитнес-центр, детский сад, офисные помещения, магазины, кафе и т.д. Помимо выполнения своей непосредственной задачи, эти строения как бы служат своеобразным барьером, отгораживающим жилой микрорайон от реки.

Победители национального этапа конкурса получили сертификаты на 1000, 750 и 500 евро за первое, второе и третье место соответственно, а также возможность поучаствовать в международном этапе конкурса в Братиславе (Словакия).

В.В. БЕЛОВ, д-р техн. наук, советник РААСН,
Ю.Ю. КУРЯТНИКОВ, канд. техн. наук, И.В. ОБРАЗЦОВ, инженер (psktstu@yandex.ru),
Тверской государственный технический университет

Сухие готовые смеси для получения газозолобетона с оптимизированной структурой связующей матрицы

Одним из перспективных направлений получения бетонов нового поколения, отличающихся высокой технологичностью, повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, является применение активированных порошковых сырьевых смесей и сухих готовых смесей с наполнителями различной природы и дисперсности. В таких смесях содержится 50–60% порошкового (например, цемент, молотая горная порода, микрокремнезем) и 40–50% тонкозернистого (например, кварцевый песок фракции 0,1–0,6 мм) компонента. Эти сырьевые смеси легко перемешаются пневмотранспортом и не сепарируются при загрузке емкостей, а самое главное, относительно легко перемещаются, т. е. обладают всеми известными достоинствами сухих строительных смесей [1].

В качестве тонкодисперсных наполнителей для изготовления бетонов нового поколения эффективно использовать микрокремнезем, золу-унос, метакраин, каменную муку (кварцевую и известняковую) и др. Такие наполнители связывают гидрозольную известь портландцемента в ранние сроки гидратации (через 1–2 сут твердения). Образование высокодисперсных гидросиликатов кальция, кристаллизующихся в порах и контактных зонах более крупных частиц цемента и наполнителей, улучшает структуру цементного камня, способствуя повышению ранней прочности. При добавлении микрокремнезема, кремнистого микрозаполнителя и метакраина размеры пор бетона существенно уменьшаются. Повышение ранней прочности наблюдается у бетонов со всеми вышеперечисленными ми-

кронаполнителями. Через 90 сут максимальную прочность при сжатии демонстрировали бетоны с добавлением микрокремнезема [2].

Аналогичные принципы могут лежать в основе использования предварительно приготовленных сухих смесей для производства эффективных бетонов не только плотной, но и ячеистой структуры, т. е. газобетонов. Подобные сухие смеси разработаны на основе смешанных бесклнкерных вяжущих, содержащих в своем составе высококальциевую золу ТЭЦ и вскрышные глинистые породы, а также малоклинкерное смешанное вяжущее, содержащее добавку портландцемента. Недостатком их является низкая прочность при сжатии 0,06–0,11 МПа [3]. В работе [4] изучено влияние технологии изготовления золосодержащих сухих смесей для производства неавтоклавного газобетона на его свойства. Введение 10–20% кварцевого песка в молотую золоцементную смесь позволяет получить газобетон плотностью 700 кг/м³ и прочностью при сжатии 2,76–3,02 МПа. В работе [5] показана возможность получения сухих смесей для производства пенобетонов с применением пенообразующей добавки белковой природы.

Авторами разработаны сухие смеси на основе технологичных вторичных ресурсов для получения газобетона неавтоклавного твердения, в том числе в построечных условиях [6]. Формирование микро- и макроструктуры газобетона осуществляют за счет варьирования содержания основных компонентов состава сухих готовых смесей; модификации состава химическими и дисперсно-армирующими добавками; природы поверхно-

Таблица 1

Требования к кремнеземистому компоненту ячеистых бетонов и соответствующие характеристики золы ТЭЦ-4

Характеристики	Нормативные показатели (согласно СН 277–80)	Показатели золы ТЭЦ-4
Содержание в золе оксидов, % SiO ₂ CaO R ₂ O (K ₂ O+Na ₂ O)	Не менее 45 Не более 10 Не более 3 Не более 3	50,4 5,9 1,39 0,48
Содержание стекловидных и оплавленных частиц, %	Не менее 50	Не определялось
Потери при прокаливании, %	Для золы бурых углей не более 3 Для золы каменных углей не более 5	2,14
Удельная поверхность, м ² /кг	400–500	75
Набухание в воде, %	Не более 5	Нет
Равномерность изменения объема при кипячении лепешек из цементно-золяного раствора состава 1:3	Должна выдерживать испытание	Испытание выдержала

Таблица 2

З/Ц отношение	Свойства золоцементных растворов и образцов затвердевшего раствора			
	Расплав смеси по Суттарду, см	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут, МПа	Влажность образцов в момент испытания, %
В/Т = 0,4				
0,5	13	1798	21,5	21,7
0,75	13	1790	16,3	21,5
1	14	1782	12,1	22,1
1,25	14	1769	10,9	21,2
В/Т = 0,6				
0,5	31	1721	9	28,4
0,75	32	1709	6,8	28,9
1	33	1694	5,8	28,5
1,25	33	1683	5,1	29,3

сти; дисперсности и однородности распределения компонентов; механоактивации поверхности твердой фазы и рациональных режимов перемешивания газобетонной смеси. В свою очередь, структура определяет основные свойства газобетона: среднюю плотность, предел прочности при сжатии и растяжении при изгибе, усадку при высыхании, теплопроводность.

Среди вторичных техногенных продуктов (отходов) энергетического комплекса в качестве тонкодисперсного компонента (наполнителя) в бетонах наиболее часто применяют золу-унос, которая способствует улучшению характеристик бетонной смеси и бетона и позволяет сделать их производство более рентабельным. В то же время с экономической и экологической точек зрения в качестве различных сырьевых компонентов строительных конгломератов эффективно использовать отвалы золы, шлаки и их смеси. Но с технической точки зрения это не так просто сделать, так как отвальная зола ТЭС имеет низкую дисперсность, загрязненность различными примесями и в итоге состав и свойства, колеблющиеся в широких пределах, что негативно отражается на свойствах материала. Поэтому проблема эффективного использования этого потенциально выгодного сырья в производстве строительных материалов, в частности ячеистых бетонов, является актуальной.

В данной работе в качестве кремнеземистого компонента в сухие готовые смеси для изготовления газобетона неавтоклавного твердения исследовалась зола гидроудаления (золошлаковая смесь) из отвала Тверской ТЭЦ-4. Данная зола – смешанного типа (примерно на 60% каменноугольной и на 40% торфяной). В литературных источниках мало сведений об использовании та-

кой золы в качестве кремнеземистого компонента для газобетона.

Ее свойства в сравнении с нормативными показателями представлены в табл. 1.

По химическому составу зола ТЭЦ-4 является сверхкислой, а по гранулометрическому составу – грубодисперсной. По большинству показателей она соответствует требованиям, предъявляемым СН 277-80 к золам, применяемым в качестве кремнеземистого компонента ячеистых бетонов. Однако по удельной поверхности несоответствие золы нормативным показателям требует ее помола до необходимой дисперсности.

Отвальную золу предварительно просеивали через сито с размером ячейки 2,5 мм для удаления каменных включений и растительных остатков. Удаленные фракции составляют около 2%.

Изучение структуры частиц золы с помощью микрофотографирования показало, что значительное количество частиц немолотой золы представляют собой полые микросферы, поэтому они обладают высокой водопоглощаемостью. При ее измельчении после сушки при температуре 60–70°C до удельной поверхности, близкой к нормативным показателям для кремнеземистого компонента ячеистых бетонов (300–400 м²/кг), водопотребность уменьшается в связи с разрушением микросфер на относительно плотные частицы. На поверхности измельченных золных частиц возрастает число активных центров (повышается ее реакционная способность), что позволяет вовлечь золу в процесс твердения бетона.

В работе исследовали зависимости прочности сухих готовых смесей без порообразователя как матрицы газобетона от количества золы в составе смеси в интервале варьирования золоцементного отношения (З/Ц) 0,75–1,25. Изготовленную сухую готовую смесь всыпали в воду затворения из расчета достижения в одной серии опытов водотвердого отношения (В/Т), равного 0,4, а в другой серии опытов – 0,6. Сырьевую смесь перемешивали в течение 2 мин в быстроходной мешалке. Растворную смесь заливали без уплотнения в формы кубы размером 70×70×70 мм. Образцы выдерживали в течение 28 сут под полиэтиленовой пленкой при комнатной температуре 20±2°C, после чего испытывали при сжатии. Пластичность (текучесть) сырьевых смесей и физико-механические свойства золоцементных растворов и образцов приведены в табл. 2.

Одновременно с образцами из золоцементного раствора по той же технологии были изготовлены контрольные образцы из цементно-песчаного раствора при

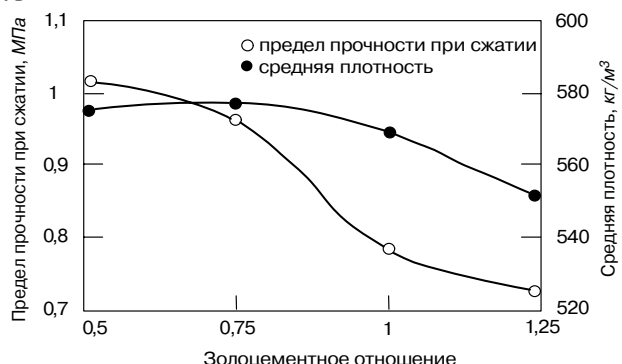


Рис. 1. Зависимости предела прочности при сжатии и средней плотности газозолобетона от золоцементного отношения

Таблица 3

	Полные проходы, %, через условные сита, мм														
Наименование материала	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,0005	0,0003
Портландцемент ПЦ 500 ДО	100	99,5	97,9	94,56	88	76,76	61,05	42,62	29,06	25,05	20,31	14,49	6,62	2,56	0
Микрокремнезем	100	100	100	100	100	100	97,86	78,09	42,93	33,08	23,11	13,75	5,7	2,48	0

соотношении песка и цемента (П/Ц), равном 0,75, и В/Т, равном 0,6.

Для приготовления раствора использовали молотый кварцевый песок с такой же, как и у золы, удельной поверхностью (около 300 м²/кг). Получены следующие результаты: распыл смеси по Суттарду 34 см; средняя плотность 1732 кг/м³; предел прочности при сжатии 5,2 МПа; влажность в момент испытания 29,7%. Сравнение этих данных с данными табл. 2 для соответствующего состава золоцементного раствора показывает, что предел прочности при сжатии золоцементного раствора на 24% выше, чем у цементно-песчаного раствора при одинаковых дисперсности и содержании кремнеземистого компонента, что свидетельствует о приобретении отпальной золой определенной реакционной способности после помола.

Влияние золоцементного отношения на среднюю плотность и предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут образцов неавтоклавного газозолобетона, изготовленного на основе указанных выше сухих готовых смесей при введении газообразователя – алюминиевой пудры (из расчета 500 г/м³), показано на рис. 1.

Увеличение золоцементного отношения приводит в целом к понижению предела прочности при сжатии и средней плотности газобетона, как и не вспученного золоцементного раствора. Оптимальным золоцементным отношением следует принять 0,75. При большем содержании золы резко снижается предел прочности газозолобетона, что не компенсируется некоторым уменьшением средней плотности материала.

Это обстоятельство потребовало улучшения структуры связующей матрицы материала, что может быть достигнуто, в частности, за счет наполнения цементного вяжущего тонкодисперсными минеральными частицами и создания своеобразного армирующего эффекта. Целесообразно использование для этой цели добавки микрокремнезема, который к тому же активно вступает в реакцию с продуктами гидратации цемента, дополнительно укрепляя межпоровые перегородки ячеистого бетона [7].

Расчет смеси тонкодисперсных компонентов (портландцемент ПЦ500 ДО с добавкой микрокремнезема по ТУ 5743-048-02495332-96) в составе вяжущей части газозолобетона из условия получения наиболее плотной структуры связующей матрицы производили с помощью специально разработанной компьютерной программы. Достоинствами данного метода расчета являются: быстрота выполнения вычислительных операций и проверки условия оптимальности, а также возможность нахождения «наилучшего» решения путем автоматического уменьшения погрешности.

Данные о гранулометрическом составе тонкодисперсных компонентов получены с помощью лазерного анализатора. По этим данным рассчитаны полные проходы частиц тонкодисперсных компонентов через условные сита, размеры которых соответствуют размерам частиц, определенных лазерным анализатором (табл. 3).

Проведены расчеты состава бинарной системы цемент–микрокремнезем. Расчет производился на основе известной модели Функа–Дингера с учетом коэффициента формы частиц. Эта формула имеет вид:

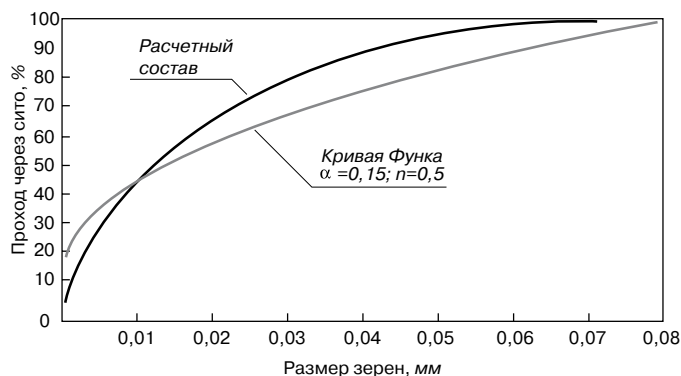


Рис. 2. Расчетный состав бинарной системы цемент – микрокремнезем, 93,2%:6,8%

$$\frac{G_{\text{пр}}}{100} = \alpha + (1 - \alpha) \frac{X^{0,5} - D_{\text{min}}^{0,5}}{D_{\text{max}}^{0,5} - D_{\text{min}}^{0,5}},$$

где $G_{\text{пр}}$ – проход частиц через сито размером X мм, %; D_{max} – наибольшая крупность зерна в смеси, мм; D_{min} – наименьшая крупность зерна в смеси, мм; n – коэффициент распределения, равный по Фуллеру 0,5; по Андреасену для пространственного распределения – 0,37; α – коэффициент, учитывающий форму зерен, определяемый по формуле:

$$\alpha = 1 - K_{\phi}.$$

K_{ϕ} коэффициент формы зерна определяется как отношение площади поверхности шара $\Phi_{\text{шар}}$ к площади поверхности зерна Φ_z равного объема, т. е.:

$$K_{\phi} = \frac{\Phi_{\text{шар}}}{\Phi_z}.$$

Коэффициент формы шара равен 1. При этом чем сильнее форма зерна отличается от идеальной сферической формы, тем большую долю в зерновом составе должна занимать меньшая фракция. Коэффициент α для реальных частиц сыпучих систем может изменяться в пределах от 0,08 до 0,14 [8].

Результаты расчетов приведены на рис. 2.

Для бинарной системы цемент–микрокремнезем расчетный оптимальный состав оказался равным: 93,2% : 6,8%, т. е. оптимальная добавка микрокремнезема сверх 100% цемента составляет 7,3%. Величина погрешности отклонения оптимального состава от идеальной кривой просеивания составила 15%.

Проведенные расчеты проверялись экспериментально. Изготавливали образцы газозолобетона (З/Ц = 0,75; В/Т = 0,6; А/из расчета 500 г/м³) с добавкой микрокремнезема (интервал варьирования микрокремнезема составил от 0 до 10% от массы цемента) и определяли в качестве косвенного показателя качества структуры материала коэффициент прочности, вычисляемый как отношение предела прочности при сжатии к квадрату относительной средней плотности (безразмерная величина), т. е.:

$$K_{\text{пр}} = R/d^2, \text{ МПа.}$$

Таблица 4

**Физико-механические свойства неавтоклавногазобетона,
полученного на основе готовых сухих смесей**

Физико-механические показатели	Единицы измерений	Значения показателей	Требования ГОСТ 25485–89
Средняя плотность, (марка по плотности)	кг/м ³	465 (D500)	D500
Предел прочности при сжатии в возрасте 3 сут	МПа	0,67	–
Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут (класс по прочности)	МПа	1,64 (B1)	B1, B0,75
Предел прочности при растяжении при изгибе в возрасте 28 сут	МПа	0,42	–
Водопоглощение по массе	%	46	–
Водопоглощение по объему	%	21	–
Усадка при высыхании	мм/м	2,7	3

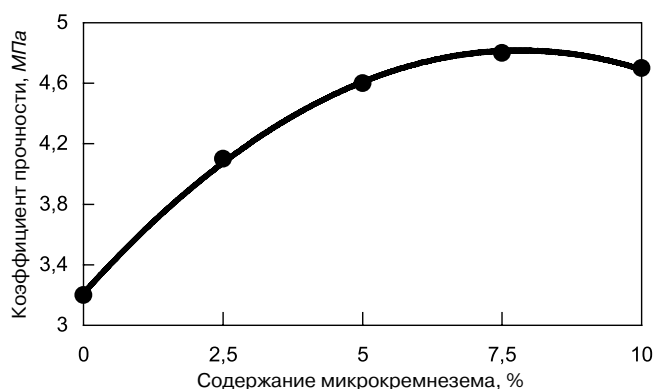


Рис. 3. Зависимость коэффициента прочности газозобетона от содержания микрокремнезема

Зависимость коэффициента прочности от содержания микрокремнезема представлена на рис. 3.

Зависимость имеет нелинейный характер. Оптимальное содержание микрокремнезема составляет 7,5%, так как при этом наблюдается максимум коэффициента прочности материала, равный 4,8 МПа. Коэффициент прочности газозобетона с оптимальным содержанием микрокремнезема увеличился на 33% по сравнению с материалом без добавки. Таким образом, результаты теоретического расчета смеси тонкодисперсных компонентов в составе вяжущей части газозобетона из условия получения наиболее плотной структуры связующей матрицы близки к экспериментальным данным.

Физико-механические свойства разработанного газобетона на основе золы гидроудаления представлены в табл. 4.

Доказана возможность получения качественного неавтоклавногазобетона с использованием отпальной золы гидроудаления ТЭС при оптимизации его структурообразующей матрицы микрокремнеземом. Это позволит снизить себестоимость продукции с аналогичным материалом в пределах 30–35%, что главным

образом обусловлено использованием такого дешевого техногенного отхода, как зола гидроудаления ТЭС.

Ключевые слова: готовая сухая смесь, неавтоклавногазозобетон, зола гидроудаления, минеральный наполнитель, расчет состава смеси.

Список литературы

1. Калашиников В.И. и др. Порошково-активированные тонкозернистые сухие бетонные смеси для производства различных бетонов // Социальные стандарты качества жизни в архитектуре, градостроительстве и строительстве: Сб. науч. тр. РААСН, 2011. С. 316–320.
2. Ружо Р., Бори Б. Ультратехнологичные бетоны с мелкодисперсными частицами, отличными от микрокремнезема // СРІ – Международное бетонное производство. 2007. № 6. С. 22–30.
3. Селиванов В.М., Шильцина А.Д., Гныря А.И. Сухие газобетонные смеси на основе вторичного сырья и отходов промышленности // Строительные материалы. 2000. № 9. С. 10–11.
4. Щукина Ю.В. Золосодержащие сухие строительные смеси для производства газобетона // Труды международного конгресса «Наука и инновации в строительстве». Т. 1, кн. 2. Воронеж, 2008. С. 683–688.
5. Черкасов В.Д., Бузулуков В.И., Емельянов А.И., Киселев Е.В. Исследование свойств ячеистых бетонов, полученных на основе сухих смесей // Вестник отделения строительных наук. 2008. Вып. 12. С. 292–295.
6. Белов В.В., Курятников Ю.Ю. Модифицирование сухих поробетонных смесей на основе техногенных вторичных ресурсов // Строительные материалы. 2008. № 2. С. 6–7.
7. Лотов В.А. Влияние добавок на формирование межпоровой перегородки в газобетоне неавтоклавногазобетона // Строительные материалы. 2006. № 8. С. 17.
8. Стрелов К.К., Кашеев И.Д. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. М.: Металлургия, 1996. 608 с.

А.В. КОРОЧКИН, канд. техн. наук (andrey_korochkin@mail.ru),
главный инженер проекта ООО «ТрансПроект»

Исследование асфальтобетонного покрытия жесткой дорожной одежды на Алтуфьевском шоссе

Комбинированная дорожная одежда представляет собой жесткое цементобетонное несущее основание с асфальтобетонным покрытием. Устройство асфальтобетонных слоев сверху жесткой плиты производилось в целях улучшения эксплуатационных характеристик автомобильной дороги, в частности для улучшения ровности и сцепления. Данная конструкция используется преимущественно на автомобильных дорогах и городских улицах, имеющих высокую интенсивность движения автомобилей и предъявляющих повышенные требования к прочности и долговечности конструкции дорожной одежды.

В рамках разработки проектной документации по объекту «Реконструкция Алтуфьевского шоссе от МКАД до Садового кольца» в 2011–2012 гг. было проведено исследование жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на Алтуфьевском шоссе. Данная работа осуществлена на основании распоряжения Правительства Москвы от 2 августа 2011 г. № 579-РП «О проектировании и реконструкции линейных объектов улично-дорожной сети», планировочных заданий Москомархитектуры № 079-03-66/11 от 31.08.2011 г., № 079-02-1290/11-1 от 25 января 2012 г., проектных решений ГУП «НИ и ПИ Генплана Москвы» от 08.08.2011 г. и государственного контракта № 0173200001511000684 (цифровой код объекта 11-20) с техническим заданием, утвержденным департаментом строительства г. Москвы.

Целью проводимых исследований является определение параметров, условий работы, состояния и дальнейшая работоспособность асфальтобетонных слоев, уложенных на жесткое цементобетонное основание.

Отбор кернов (монолитов) (рис. 1) производился с использованием станков ручного сверления с бензиновым приводом сверлильной системы ROBO-351 с

двухтактным двигателем Stihl BM-FS 550 и ROBO-301 с двухтактным двигателем BM-145 Husqvarna 265RX. Испытания проводились в лаборатории на сертифицированном оборудовании (рис. 2).

По результатам инженерно-геологических изысканий толщина асфальтобетонных слоев конструкции находится в пределах от 26 до 35,8 см (рис. 3).

Средняя толщина асфальтобетона составляет $h_{cp}=31,16$ см, а коэффициент вариации — $K_{var}=8,3\%$. Разброс значений толщин асфальтобетона, обуславливающих коэффициент вариации, невелик. Следует отметить, что преобладает конструкция толщиной 28–35 см. Данное значение несколько выше, чем для федеральных автомобильных дорог, имеющих комбинированную конструкцию жесткой дорожной одежды.

Результаты лабораторных исследований прочности асфальтобетона при $t=20^\circ\text{C}$ представлены на рис. 4. Средняя прочность на сжатие по всему участку дороги составила $E_{cp}=5,32$ МПа. Преобладает конструкция с прочностью асфальтового покрытия порядка 4,3–5,8 МПа. Коэффициент вариации прочности на сжатие при $t=20^\circ\text{C}$ составил 15,8%, что связано с различным состоянием покрытия.

Согласно ГОСТ 9128–2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон» (табл. 4) предел прочности на сжатие при $t=20^\circ\text{C}$ для асфальтобетона должен быть не менее 2,5 МПа. Следовательно, слои асфальтобетона, расположенные в конструкции дорожной одежды на рассматриваемом участке, практически с двукратным запасом обеспечивают требуемую стандартами прочность.

Обращает на себя внимание большой разброс значений прочности (от 4,1 до 7,3 МПа), что подтверждено высоким коэффициентом вариации. Однако средняя прочность асфальтобетона на сжатие на исследуе-



Рис. 1. Керны (образцы), полученные в результате инженерно-геологических изысканий



Рис. 2. Процесс испытания асфальтобетонных кернов (образцов)

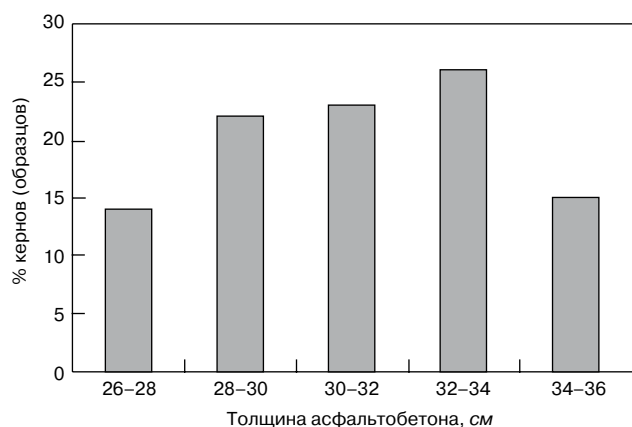


Рис. 3. Распределение толщины асфальтобетонных слоев

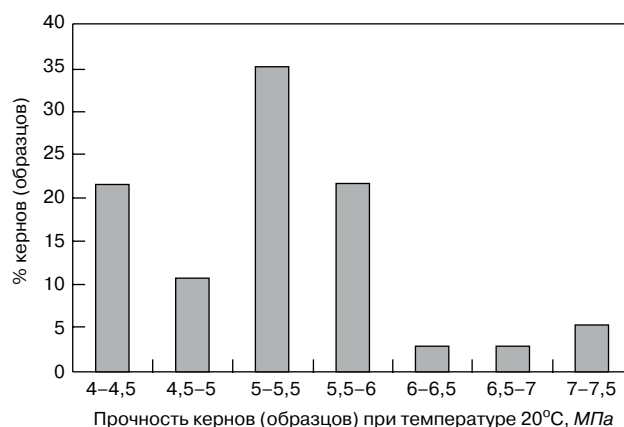


Рис. 4. Распределение прочности асфальтобетона при $t=20^{\circ}\text{C}$

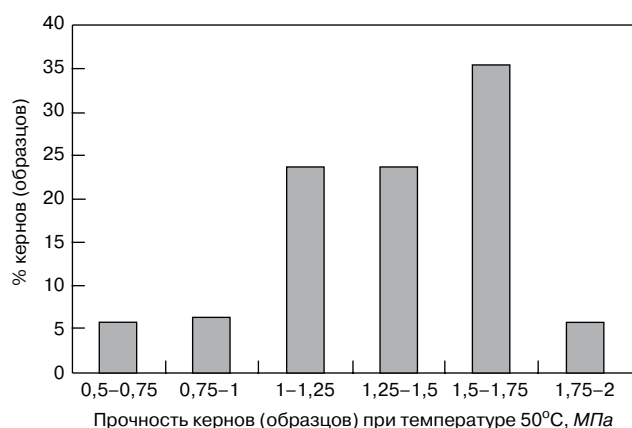


Рис. 5. Распределение прочности асфальтобетона при 50°C

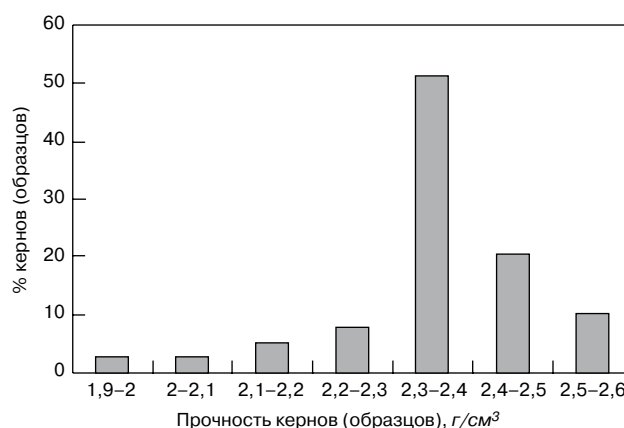


Рис. 6. График распределения плотности асфальтобетона

мом участке несколько выше значений, полученных для федеральных автомобильных дорог. Во многом это связано с качеством строительства и условиями эксплуатации.

Результаты лабораторных исследований прочности асфальтобетона при $t=50^{\circ}\text{C}$ представлены на рис. 5. Средняя прочность на сжатие по всему участку дороги при данной температуре составила 1,33 МПа. Преобладает конструкция с прочностью покрытия 1,2–1,70 МПа. Коэффициент вариации прочности на сжатие составил 23,6%, что также связано с различным состоянием покрытия.

Согласно ГОСТ 9128–2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон» (табл. 4) предел прочности на сжатие при $t=50^{\circ}\text{C}$ для асфальтобетона должен быть не менее 1,1–1,2 МПа. Таким образом, и по данному критерию расположенные в конструкции дорожной одежды слои асфальтобетона обеспечивают требования стандарта.

При расчете конструкции дорожной одежды по всем требуемым критериям необходимо принимать во внимание структуру материала. Для решения этих задач были определены значения плотности асфальтобетонных образцов.

Средняя плотность образцов составила $\rho_{\text{ср}}=2,36 \text{ г/см}^3$. Коэффициент вариации плотности 5,2%. Преобладающая плотность асфальтобетонных образцов составляет 2,34–2,54 г/см³ (рис. 5).

При определении лабораторных и физико-механических свойств асфальтобетонных слоев, входящих в конструкцию дорожной одежды, был выявлен ряд закономерностей. Так, во время анализа материалов было замечено, что чем большим количеством слоев

представлено асфальтобетонное покрытие, тем больше разброс прочности между смежными слоями. Однако, находясь в конструкции, данные слои работают все же как одно целое. В связи с этим асфальтобетонное покрытие жесткой дорожной одежды можно моделировать как единую систему.

На основании результатов исследования в настоящее время корректируются и уточняются методы и алгоритмы расчета толщины асфальтобетонных слоев, уложенных на жесткое цементобетонное основание [1].

По результатам изучения асфальтобетонного покрытия, уложенного на цементобетонное основание, можно сделать вывод, что при значительных толщинах асфальтобетона работа конструкции становится малоэффективной [2], следовательно происходит преждевременное разрушение дорожной одежды.

Возможный срок службы жесткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием при точно проведенных расчетах может достигать до 30–40 лет. А также наличие на цементобетонном основании асфальтобетонных слоев небольшой толщины значительно улучшает характеристики автомобильной дороги.

Ключевые слова: цементобетон, асфальтобетон, прочность, плотность, долговечность.

Список литературы

1. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд. М.: Информавтодор, 2004.
2. Корочкин А. В. Расчет толщины асфальтобетонных слоев жесткой дорожной одежды // Строительные материалы. 2009. № 11. С. 62–64.

В.Е. МАНЕВИЧ, д-р. техн. наук, зам. директора по науке ЗАО «Стромизмеритель» (Нижний Новгород); Е.А. НИКИФОРОВ, канд. экон. наук, председатель совета директоров ПИК «Диатомит-Инвест» (Ульяновск); А.В. МЕШКОВ, Н.А. СЕНИК, инженеры (meshkov88@gmail.com; tomsk.nina@sibmail.com), Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск); Р.К. СУББОТИН, инженер (sur_ruy@mail.ru), Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Москва)

Подготовка пенообразующей смеси для получения пеностекла на основе диатомита*

Диспергирование является эффективным методом ускорения химических реакций. Технология приготовления пенообразующей смеси состоит в переводе ее компонентов в дисперсное состояние. Процесс сопровождается значительными энергозатратами, при этом работа диспергирования A твердых тел складывается из работ преодоления упругой деформации $A_{упр}$, необратимой пластической деформации $A_{пласт}$, работы образования новой поверхности (полезная работа) $A_{пов}$ и работы снабжения кинетической энергией новой поверхности. Причем $A_{упр} > A_{пов}$ в $10-10^3$ раза и расходуется на образование дефектов в твердом теле, что способствует увеличению реакционной способности.

В ООО Научно-технологическом центре «Силикатные материалы и технологии» (НТЦ СМиТ) разработана технология получения блочного высокоэффективного теплоизоляционного материала на основе диатомового сырья, технологию получения которого можно разделить на три основных этапа [1, 2]:

- варка стекла (основного сырья);
- приготовление пенообразующей смеси;
- вспенивание и отжиг готовых блоков.

Варка стекла из шихты на базе диатомита отличается от варки из традиционной шихты в основном пониженной температурой.

Пеностекло образуется в результате реакции между пенообразователем и определенными компонентами стекла. При этом как стекло, так и пенообразователь находятся в состоянии тонкой дисперсии и хорошо перемешаны друг с другом. Эта смесь тонкомолотого стекла искусственного или аморфного происхождения и пенообразователя получила название пенообразующей смеси.

Поскольку качество пеностекла напрямую зависит от правильной подготовки пенообразующей смеси, вопрос о выборе оборудования для ее приготовления является весьма актуальным.

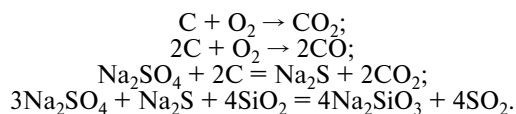
В качестве основного компонента пенообразующей смеси применялся порошок стекла, сваренного из шихты состава: 64–70% диатомит; 14–18% доломит; 15–20% сода кальцинированная; 0–5% сульфат натрия, в НТЦ СМиТ г. Инза.

Гранулят стекла получали путем слива расплава стекла в воду. В качестве газообразователя рассматривались антрацит, карбид кремния и сажа. Вследствие того что сажа обладает высокой удельной поверхностью — $10000 \text{ м}^2/\text{кг}$, значительно превосходящей этот показатель у антрацита — $200 \text{ м}^2/\text{кг}$ и карбида кремния — $750 \text{ м}^2/\text{кг}$, для получения пенообразующей смеси была

выбрана именно она в количестве 0,3% от массы стекла. Малый размер частиц сажи способствует значительно сокращению количества газообразователя, необходимого для отделения частиц стекла друг от друга, а также более полному «бронированию» частиц стекла, и этим уменьшается вероятность контакта частиц с незащищенными поверхностями, что способствует некоторому повышению скорости диспергирования стекла. Таким образом, в рассматриваемой дисперсной системе стекло–углерод частицы газообразователя выступают в роли пептизаторов, т. е., внедряясь в смесь, ослабляют межатомные связи, причем влияние их повышается с уменьшением размера элементарных частиц углерода [3]. Таким образом, совмещаются два основных метода получения дисперсных систем — пептизация и диспергирование.

Химические реакции протекают на поверхности раздела фаз. Отсюда следует, что измельчение способствует механохимической активации физико-химических процессов. Оно улучшает однородность смесей; ускоряет и повышает глубину протекания гетерогенных химических реакций (в химических производствах); снижает температуру и давление (при варке стекла, обжиге керамики, производстве клинкера и т. д.); улучшает физико-механические свойства и структуру материалов и изделий; повышает красящую способность пигментов и красителей, активность адсорбентов и катализаторов.

Термодинамически наиболее вероятны реакции при вспенивании содосульфатного стекла с использованием в качестве вспенивателя угля:



Чем более тонкозернистой является пенообразующая смесь, тем больше ее реакционная поверхность и тем более полно может пройти процесс вспенивания. Так как при самом образовании пеностекла вследствие значительной вязкости стекла и короткого времени реакции не происходит интенсивного диффузионного перемещения массы, величина и количество ячеек пеностекла и толщина стенок отдельных ячеек определяются наряду с температурой и временем вспенивания также и величиной частиц пенообразующей смеси. Поэтому снижение объемного веса пеностекла прежде всего обусловлено более совершенным измельчением пенообразующей смеси.

* Работа выполнена в рамках договора от 22.10.2010 г. № 13.G25.31.0092 «Создание высокотехнологичного производства по выпуску пеностеклокерамики на основе опалкристиобалитовых пород» шифр 2010-218-02-246.

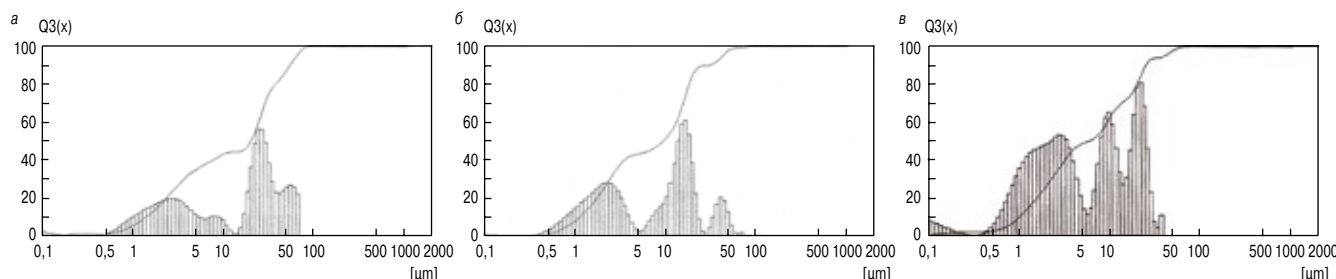


Рис. 1. Гранулометрический состав пенообразующей смеси, полученной в шаровой мельнице: а – 630 м²/кг; б – 720 м²/кг; в – 850 м²/кг

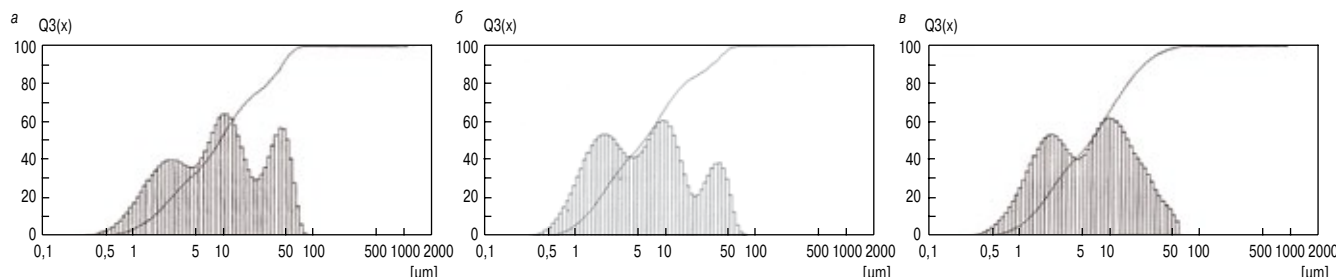


Рис. 2. Гранулометрический состав пенообразующей смеси, полученной на планетарной мельнице: а – 630 м²/кг; б – 720 м²/кг; в – 850 м²/кг

При производстве пеностекла в промышленном масштабе в большинстве случаев применяется пенообразующая смесь со средней величиной частиц около 10 мкм [1]. Величина удельной поверхности такой смеси примерно равна 700 м²/кг, обычно 600–850 м²/кг. Для получения такой удельной поверхности в промышленности используют тихоходные вращающиеся шаровые барабанные мельницы; быстроходные центробежно-шаровые, вибрационные, планетарные, магнитные, бисерные мельницы, обеспечивающие тонкий и сверхтонкий помол.

Для подготовки пенообразующей смеси для получения пеностекла было выбрано два типа мельниц:

- шаровая мельница — агрегат тонкого помола, используемый в многотоннажном производстве порошкообразных материалов;
- планетарная мельница, использующая высокие ускорения и характеризующаяся высокой энергонапряженностью.

Измельчение вели до получения значений удельной поверхности пенообразующей смеси 630, 720 и 850 м²/кг.

Помол в фарфоровой шаровой мельнице до такой удельной поверхности длится продолжительное время — 24, 30 и 40 ч соответственно. Объем барабаника 4 дм³, масса корундовых мелющих тел (цельпесов) 3,2 кг, диспергируемого материала — 1,2 кг. Скорость вращения барабаника 70–72 об/мин.

Измельчение в планетарной мельнице велось в сосуде из карбида вольфрама объемом 80 см³, в качестве мелющих тел выступают шары в количестве 15 шт. диаметром 10 мм, из материала, аналогичного сосуду. Масса измельчаемого стекла 30 г, время измельчения

16, 20 и 24 мин соответственно; помол велся в реверсивном режиме, скорость планетарной мельницы 400 об/мин и ускорении 29 g.

Определение удельной поверхности проводили на приборе Товара. Анализ гранулометрического состава измельченного материала — на приборе Analysette 22, использующего физический принцип рассеяния электромагнитных волн в блоке диспергирования в жидкости посредством лазерной дифракции.

Гистограммы гранулометрического состава пенообразующих смесей, полученных на шаровой и планетарной мельницах, представлены на рис. 1 и 2.

Все частицы порошка (100%), полученного на шаровой мельнице, имеют размеры не более 65,847 (рис. 1, а); 55,157 (рис. 1, б) и 48,829 мкм (рис. 1, в), при этом средний размер частиц составил 15,563, 12,443 и 10,768 мкм соответственно.

В случае получения пенообразующей смеси на планетарной мельнице 100% частиц порошка имеют размеры не более 67,543 (рис. 2, а); 56,500 (рис. 2, б); и 52,173 мкм (рис. 2, в), при этом средний размер частиц составил 16,032; 13,453 и 11,142 мкм соответственно.

Вспенивающую способность пеностекляных шихт оценивали по увеличению объема пенообразующей смеси, уплотненной и вспененной в одинаковых условиях эксперимента. Определенную навеску пенообразующей смеси засыпали в металлические формы 50×50×70 мм, предварительно смазанные каолином, и уплотняли до одинаковой высоты. Формы накрывали плотно подогнанными крышками и помещали в электропечь сопротивления.

Режим вспенивания, подобранный при проведении экспериментов:

- температура загрузки тиглей в печи 500°C;
- скорость подъема температуры от 450°C до 840°C — 17,5°C/мин;
- выдержка при 840°C — 15 мин;

Далее — остывание с выключенной печью до комнатной температуры. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Как видно из таблицы, при одинаковых значениях удельной поверхности пенообразующие смеси, полученные в разных помольных агрегатах (показывают раз-

Удельная поверхность, м²/кг	Средний объемный вес, кг/м³		Примечания	
	Шаровая мельница	Планетарная мельница	Шаровая	Планетарная мельница
630	175–180	160–165	Неравномерная структура, мелкие и крупные поры	Равномерная мелкопористая структура
720	155–160	140–145		
850	150–155	125–130		

личную вспенивающую способность), при вспенивании ведут себя неодинаково, в результате чего и полученное пеностекло обладает различным объемным весом.

Ранее исследователи придерживались мнения, что величина удельной поверхности измельченного материала имеет универсальное значение, т. е. безразлично, в каком помольном агрегате она получено. Дальнейшее исследование и эксперименты заставили отказаться от этой точки зрения. И. Хинт установил, что песок, молотый в дезинтеграторе, по сравнению с песком, молотым в шаровой мельнице, придает изделиям из песчано-известняковой смеси большую прочность. Была выдвинута гипотеза о том, что чем больше число ударов, придаваемых частицам вещества, чем больше скорость удара и чем меньше интервал между следующими друг за другом ударами, тем большая возникает активность [4].

В шаровой мельнице только от 2 до 10% всей потребляемой энергии расходуется непосредственно на измельчение [5]; остальная ее часть идет на преодоление сил трения, образование тепла, звуковых колебаний, вибрации и т. д. Только каждый тысячный удар шара производит работу непосредственно по измельчению [6]. В связи с конструктивными особенностями планетарных мельниц частицы диспергируемого вещества подвержены более частым ударам мельющих тел. Из вышесказанного можно сделать вывод, что механоактивация пенообразующей смеси в шаровой мельнице происходит в меньшей степени, чем в планетарной мельнице.

При смешивании пенообразователя со стеклом в начале помолы все время образуются и в достаточном количестве новые поверхности чистого стекла, на которых растирается пенообразователь. С течением времени таких новых поверхностей образуется все меньше и меньше. Растирания пенообразователя на новых поверхностях почти не происходит, и мельница работает впустую. В результате повышенного трения поверхностей отдельных частиц пенообразующей смеси, покрытых уже ранее слоем пенообразователя, он постепенно теряет свою активность и вспенивающую способность [1]. Поэтому, несмотря на рост удельной поверхности пенообразующей смеси, полученной в шаровой мельнице, с $720 \text{ м}^2/\text{кг}$ до $850 \text{ м}^2/\text{кг}$, происходит лишь незначительное уменьшение объемного веса пеностекла с $155\text{--}160 \text{ кг}/\text{м}^3$ до $150\text{--}155 \text{ кг}/\text{м}^3$; эффект увеличения удельной поверхности аннулируется временем, затраченным на помол, в результате чего вспенивающая способность практически не возрастает. В планетарной же мельнице измельчаемый материал находится незначительное время, а следовательно, пеностеклянная шихта не успевает потерять свою активность, наблюдается прямая зависимость объемной плотности пеностекла от величины удельной поверхности (чем выше удельная поверхность, тем ниже объемный вес конечного продукта).

Неравномерную структуру материала, полученного путем вспенивания пенообразующей смеси из шаровой мельницы, можно объяснить более широким разбросом по размерам частиц: присутствует как очень мелкая фракция до $0,5 \text{ мкм}$, так и относительно крупная $40\text{--}50 \text{ мкм}$. В шихте, измельченной на планетарной мельнице, более узкий интервал распределения частиц, отсутствует фракция $0\text{--}0,5 \text{ мкм}$, в результате чего структура пеностекла более равномерная и мелкопористая, а следовательно, и качество конечного продукта выше.

Проведенные исследования подтверждают зависимость плотности от величины удельной поверхности: чем больше значения удельной поверхности исходной пенообразующей смеси, тем ниже плотность получаемого пеностекла. Установлено, что при одинаковых

значениях удельной поверхности материал, подготовленный на планетарной мельнице, лучше вспенивается и имеет меньшую плотность, чем материал, измельченный на шаровой мельнице. Процесс механоактивации в большей степени происходит в планетарной мельнице. Для получения качественного высокоэффективного материала, на основе диатомового сырья обладающего равномерной мелкопористой структурой и малым объемным весом, рациональнее всего использовать помольные агрегаты с высокой энергонапряженностью.

Ключевые слова: пенообразующая смесь, пеностекло, диатомит.

Список литературы

1. Шилл Ф. Пеностекло (производство и применение). М.: Стройиздат, 1965. 307 с.
2. Саркисов П.Д., Маневич В.Е., Солинов В.Ф., Субботин К.Ю. Технология стекла. Справочные материалы. Москва: Изд. РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 647 с.
3. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск: Наука и техника, 1975. 247 с.
4. Хинт И. Об основных проблемах механической активации. Таллин, 1977 г. 14 с.
5. Акунов В.И. О выборе оптимальных типов измельчителей // Строительные материалы. 1962. № 11. С. 21–22.
6. Рулли А., Тедер Х. Форма и характер поверхности зерен кварцевого песка в зависимости от способа помолы и их влияние на фракционный способ при воздушной сепарации // Сб. тр. НИПИ силикатобетона. Таллин, 1971. № 6. С. 103–118.

УДК 666.189.3

В.В. ВАСЮКОВ, инженер (v.v.vasyukov@mail.ru), ООО «Пермавто»;
С.В. КАРМАНОВА, канд. техн. наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Утилизация автомобильного стекла с получением пеностекла

Одной из существенных проблем промышленности любой отрасли является утилизация образующихся отходов. Эта задача актуальна как для автомобилестроения, автосервиса, так и для утилизации автомобилей, потерявших потребительские свойства.

С развитием автомобильного транспорта утилизация автомобилей становится одной из приоритетных экологических и технологических проблем, решение которой связано с общими проблемами экологической безопасности территорий и возможностью вторичного использования материалов или продуктов их переработки.

Анализ отечественного и зарубежного опыта по утилизации автомобилей показал, что в настоящее время около 75% возвращается в производство после переработки; 25% представляют собой остатки измельчения автомобиля или автомобильный скрап, который состоит из смеси пластмасс, стекла и текстиля [1].

Разработка технологий утилизации полимерных материалов, образующихся при разборке отслуживших срок автомобилей, является актуальной проблемой, требующей решения.

Целью данной работы явилось исследование возможности термической переработки автомобильного стекла (АС), образующегося при разборке отслужившего срок автомобиля, с дальнейшим получением пеностекла.

В легковых автомобилях широко применяются следующие виды пластмасс: полипропилен и полиэтилен, полиуретан и АБС-пластики, полиамиды и поликарбонаты.

Выбор метода переработки и утилизации пластмасс будет зависеть от химических и физико-химических

свойств полимерных материалов, возможности их сортировки по видам полимеров и конкретным маркам. Основные физико-химические свойства полимерных материалов, используемых в автомобилестроении, представлены в табл. 1.

Анализ представленных данных и научно-технической информации по рециклингу пластмасс показал, что полимерные материалы при утилизации легкового автотранспорта могут быть переработаны методом низкотемпературного пиролиза при температурах 350–500°C.

При утилизации автомобильных стекол необходимо учитывать, что они представляют собой многослойные конструкции, например триплекс — трехслойное безосколочное стекло, состоящее из двух листов силикатного стекла и соединительного полимерного слоя между ними. В качестве полимерной составляющей используется пленка из содержащих пластификатор частично ацетиализованных поливиниловых спиртов, в частности поливинилбутирала (ПВБ).

Содержание полимерных защитных материалов в триплексе препятствует утилизации стекла традиционными способами. Механическое удаление полимерных пленок трудоемко, в связи с чем была предложена термическая обработка автомобильных стекол с целью деструкции и карбонизации полимерных материалов. Процесс термообработки полимерных материалов без доступа воздуха приводит к образованию механической смеси стекла с углеродным остатком от карбонизации полимера. В свою очередь, такие смеси могут служить основой для производства некоторых продуктов, например пеностекла.

Таблица 1

Наименование полимерного материала	Свойства	Применение в легковом автомобиле
Акрилонитрилбутадиеновый сополимер (АБС)	$T_{\text{разм}}=65-90^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{разл}}=180-270^{\circ}\text{C}$	Полимерная пленка автомобильного стекла
Полипропилен (ПП)	$T_{\text{пл}}=160-170^{\circ}\text{C}$, при 100°C растворяется в ароматических углеводородах, $T_{\text{разл}}=280-300^{\circ}\text{C}$	Бампер, экран грязезащитный, горловина воздухозаборника и др.
Полиуретан (PUR)	$T_{\text{разм}}=100-270^{\circ}\text{C}$	Автомобильные кресла
Полиэфир угольной кислоты и двухатомных фенолов – поликарбонат (PC)	Прозрачная масса, $T_{\text{разм}}=180^{\circ}\text{C}$, для композитов более 300; $T_{\text{разл}}=250-340^{\circ}\text{C}$	Рамка стекла боковины, фары, облицовка и накладка рамы ветрового стекла, приборные щитки, панели приборов
Полистирол (PS)	$T_{\text{разм}}=80-85^{\circ}\text{C}$, растворяется в ароматическом углеводороде, ацетоне $T_{\text{разл}}=200-240^{\circ}\text{C}$	Оптические детали, подфарники, козырьки, приборные щитки
Поливинилхлорид (ПВХ)	$T_{\text{разм}}=65-70^{\circ}\text{C}$, при $T_{\text{разл}}=140^{\circ}\text{C}$ выделяется фосген, хлор, хлороводород; $T_{\text{разл}}=160-190^{\circ}\text{C}$	Искусственная кожа, обивка

Таблица 2

Температура, °C	Масса автомобильного стекла, г	Потеря массы относительно исходной, г (над чертой); потеря массы, % (под чертой)	Визуальные наблюдения
25	34,5	0	Триплекс
175	34,47	0,028/ 0,8	Размягчение пленки, стекла отделились
200	32,85	1,648/4,78	Изменение цвета пленки от белого до желтого
250	32,456	2,042/5,89	Пленка темно-коричневого цвета
300	30,893	3,605/10,43	Обугливание пленки
400	29,2	5,298/15,36	Обугливание пленки
500	28	6,498/18,83	Пленка полностью окислилась

Для исследований процессов переработки полимерных материалов с получением товарных продуктов в автомобилях ВАЗ была выбрана крупногабаритная деталь автомобильного стекла, представляющая собой многослойную конструкцию с применением внутренних полимерных защитных материалов, выполненных из пластификатора частично ацетилизированных поливиниловых спиртов (ПВБ).

В технических поливинилацетатах содержится 65–78% винилбутиральных звеньев (винилспиртовые – 32–19% и винилацетатные – не более 3%; плотность 1,1 г/см³; температура стеклования 57°C; ударная вязкость 60–130 кДж/м²; твердость по Бринеллю 100–110 МПа; теплостойкость по Вика 60–750°C, по Мартенсу 48–540°C; водопоглощение за 24 ч 0,4–3%; электрическая прочность 16 МВ/м). Полимер хорошо совмещается с пластификаторами.

В качестве пластификатора для ПВБ преимущественно применяются алифатические сложные двойные эфиры три- и тетраэтиленгликолей. В качестве пластификатора используют также диалкиладипаты с алифатическими или циклоалифатическими компонентами сложного эфира, диалкилсебазаты, триорганодифосфаты, триорганодифосфиты или бензилбутилфталат.

Для определения возможности термической деструкции полимерной составляющей триплекса были проведены термогравиметрические исследования в атмосфере воздуха, мягкого окислителя – углекислого газа и в инертной атмосфере гелия.

В атмосфере воздуха (рис. 1) в интервале температур 70–420°C происходит постепенная деструкция полимера, сопровождающаяся выделением газообразных продуктов и образованием углеродного остатка в количестве 9,5 мас. %. Процесс деструкции носит эндотермический характер.

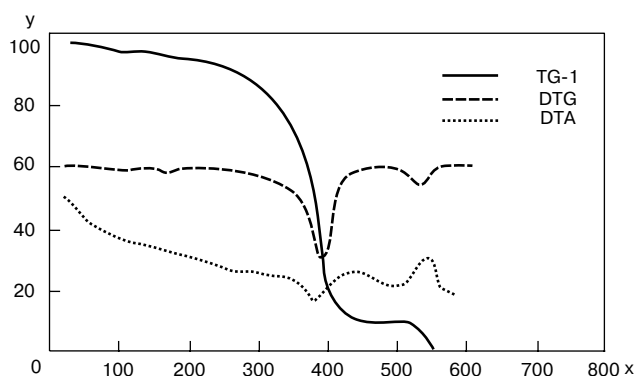


Рис. 1. Дериватограмма образца полимерного материала BUT553S 0100506.76 в атмосфере воздуха

Пиролитический остаток, представляющий собой карбонизированный пек, относительно устойчив в интервале температур 430–520°C и при повышении температуры начинает интенсивно окисляться кислородом воздуха, достигая максимальной скорости при 550°C, что сопровождается экзоэффектом. Процесс окисления углеродного остатка полностью завершается до температуры 560°C.

Замена атмосферы реакции на более мягкий окислитель – углекислый газ не влияет на характер протекания процесса деструкции полимера и влияет только на окисление карбонизированного остатка, что выявляется при анализе дериватограммы, которая не проводится вследствие сходности с предыдущим вариантом.

При деструкции полимерной пленки в интервале температуры 70–140°C происходит небольшая потеря массы до 4 мас. %; в температурном диапазоне 140–200°C с максимумом при 170°C наблюдается эндотермический пик, при этом потеря массы составляет 2,2 мас. %. Основная деструкция полимера наблюдается в диапазоне температуры 270–460°C с пиком при 395°C. При этом потеря массы составляет 71 мас. %, выделяемые органические соединения при охлаждении способны конденсироваться, образуя жидкую фазу.

Образующийся карбонизированный остаток по количеству углерода совпадает с остатком, полученным в атмосфере воздуха. Однако при последующем нагреве наблюдается окисление остатка при более высокой температуре, чем в воздушной атмосфере. Окончательное окисление углерода происходит только к 680°C, и экзотермический эффект выражен слабо.

Для подтверждения отсутствия влияния атмосферы печи на процесс карбонизации полимера и получения

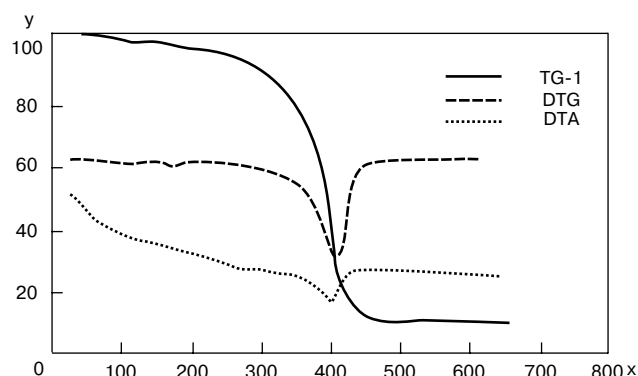


Рис. 2. Дериватограмма образца полимерного материала BUT553S 0100506.76 в атмосфере гелия

Таблица 3

Время термообработки при 500°C, мин	Доля пиролитического углерода, оставшаяся в смеси, мас. %
5	93
10	81
15	63
20	27
25	3
30	0

углеродного остатка был проведен эксперимент в инертной атмосфере гелия (рис. 2).

Эксперимент подтвердил, что к 440–450°C пиролиз полимера завершается и приводит к образованию карбонизированного остатка в 9,5 мас. % от массы исходного полимера. Полученный остаток представляет собой пиролитический углерод, устойчивый в инертной атмосфере. Пиролизные газы в количестве 90,5 мас. % от массы исходного полимера могут быть использованы в качестве топлива для обогрева печи.

Термическая обработка автомобильного стекла приводит к деструкции полимерной составляющей при температуре и в количествах, коррелирующих с данными термогравиметрии чистого полимера. При проведении исследований термической обработки автомобильного стекла на воздухе его дробили до размеров 3–5 см и подвергали термической обработке в муфельном шкафу при температурах 175, 200, 250, 300, 350, 400 и 500°C. При каждой температуре выдержка составляла 30 мин. Процесс контролировали по величине потери массы и визуально. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

При термической обработке триплекса на воздухе при температуре 170–175°C происходит размягчение полимерной составляющей и разделение частей автомобильного стекла; при температуре 250°C начинается процесс разложения полимера, полное окисление которого заканчивается при 500°C. Доля полимерного материала в триплексе составляет 18,83%. Пониженное значение температуры полного окисления углеродного остатка по сравнению с данными дериватографии может быть объяснено условиями, приближенными к равновесным при длительной термообработке при заданной температуре в отличие от линейного нагрева при термогравиметрии.

Следует отметить, что условия для диффузии кислорода воздуха осложнены слоистостью конструкции, в которой слои силикатного стекла препятствуют подводу кислорода воздуха к пиролитическому углероду. Для проверки этого предположения были проведены эксперименты по исследованию зависимости полноты окисления пиролитического углерода в зависимости от времени термообработки при 500°C.

Для этого куски автомобильного стекла размером 3–5 см помещали в муфельную печь, нагретую до 500°C, на определенные интервалы времени. Предполагая, что содержание полимера в автомобильном стекле составляет 18,83 и 9,5%, от массы полимера может образоваться пиролитический углерод. Его долю рассчитывали в исследуемой смеси (табл. 3).

Очевидно, что окисление углеродного остатка затруднено процессом диффузии кислорода в пространство между слоями силикатных стекол, поэтому в условиях промышленной переработки сложно обеспечить



Рис. 3. Гранулометрический состав порошка стекла, полученного из автомобильного стекла

длительное пребывание материала в зоне пиролиза и поддерживать в этих условиях интенсивный подвод кислорода.

Предложено не удалять остаточный углерод из полученной при термообработке автомобильного стекла композиции, а использовать его как восстановитель в целевом процессе получения пеностекла. При этом известно [2, 3], что углерод специально добавляют к дисперсному силикатному стеклу для обеспечения процесса газовыделения при производстве пеностекла. В качестве методики изготовления пеностекла были приняты технические решения, описанные в патентах [4, 5]

Образец автомобильного стекла, прошедший процесс карбонизации в течение 25 мин при 500°C, размалывали в шаровой мельнице. С помощью оптического анализатора частиц «МИКАН» был определен фракционный состав полученного порошка (рис. 3).

Основную фракцию составляют частицы с эффективным диаметром 20–50 мкм, что позволяет использовать полученный порошок в качестве сырья для производства пеностекла.

Из полученного порошка в смеси с порошком из обычного бутылочного стекла аналогичного фракционного состава были изготовлены сырьевые гранулы при добавлении раствора силиката натрия (50 мас. %), которые подвергались термообработке в жаропрочных формах при 780°C в течение 3 ч.

Зависимость кажущейся плотности блоков полученного пеностекла от содержания автомобильного стекла, подвергнутого пиролизу, в общей массе дисперсного стекла представлена на рис. 4.

Установлено, что введение в композицию порошкообразного автомобильного стекла, подвергнутого пиролизу, в количестве 10–30% можно рассматривать как углеродсодержащий компонент. При увеличении доли пиролитического стекла в смеси плотность получаемого продукта растет, что может быть связано с избытком

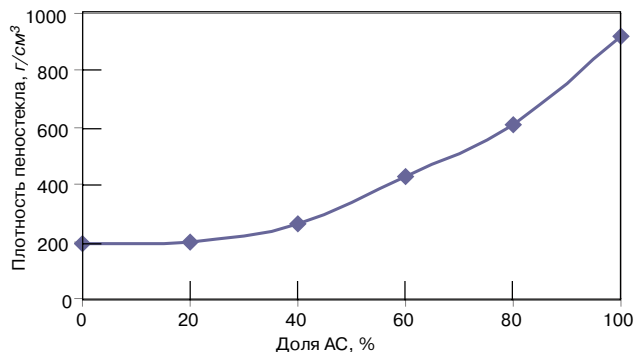


Рис. 4. Зависимость кажущейся плотности блоков полученного пеностекла от содержания автомобильного стекла в общей массе дисперсного стекла

углерода. Анализ литературных источников [2, 6] указывает, что количество углерода в смеси с порошком стекла должно находиться в пределах 0,5–1 мас. %. В исследуемом пиролитическом стекле содержание углерода находится в пределах 2,2–3,1 мас. %, что существенно превышает необходимое количество для оптимального протекания процесса. Поэтому разбавление пиролитического АС обычным стеклом позволяет оптимизировать состав исходной смеси.

При повышении содержания АС происходит снижение плотности упаковки дисперсных частиц в композиции, что приводит к интенсификации процессов диффузии образующихся газов и повышению плотности формирующегося пеностекла. Плотность формирующегося пеностекла составляет 200–220 кг/м³.

По стандартным методикам были определены основные эксплуатационные характеристики пеностекла — теплопроводность и прочность при сжатии. При получении пеностекла в оптимальном режиме теплопроводность блоков составила 0,039–0,048 Вт/(м·К), прочность при сжатии — 1600 кН/м² [4].

На основании проведенных исследований разработан способ утилизации АС, включающий термическую обработку кускового АС в инертной атмосфере при температуре 520°C в течение 25 мин, измельчение обработанного стекла в шаровой мельнице в соотношении по массе 1:4 с бутылочным стеклом в течение 10 мин, приготовление сырьевых гранул из смеси раствора силиката натрия (50 мас. %) с последующим гранулированием шихты и обжигом в течение 3 ч при температуре 780°C.

Ключевые слова: автомобильное стекло, терморазложение, поливинилбутираль, утилизация, пеностекло.

Список литературы

1. Петров Р.Л. Авторециклинг: распределение сфер регулирования между техническим регламентом и Федеральным законом по утилизации АТС // Журнал Автомобильных инженеров. 2009. № 1. С. 52–55.
2. Маневич В.Е., Субботин К.Ю. Пеностекло и проблемы энергосбережения // Стекло и керамика. 2008. № 4. С. 3–6.
3. Кетов А.А., Пузанов И.С., Пузанов С.И., Пьянков М.П., Россомagina А.С., Саулин Д.В. Способ получения гранул пеностекла — пеносиликатного гравия. Патент на изобретение РФ № 2291126, МКИ С03С 11/00. Оpubл. 10.01.2007. Бюл. №1.
4. Кетов А.А., Пузанов И.С., Пьянков М.П., Саулин Д.В. Пеностеклокристаллический материал и способ его получения. Патент на изобретение РФ № 2272006, МКИ С 03 С 11/00. Оpubл. 20.03 2006. Бюл. № 8.
5. Кетов А.А., Пузанов И.С., Пузанов С.И., Пьянков М.П., Россомagina А.С., Саулин Д.В. Способ получения гранулированного пеностекла — пеносиликатного гравия. Патент на изобретение РФ № 2291126, МКИ С 03 С 11/00. Оpubл. 10.01 2007. Бюл. № 1.
6. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск: Наука и техника, 1975. 248 с.

14-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ

ОСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

25-28 сентября

XIV-я специализированная выставка

ЖИЛИЩЕ

VI-я специализированная выставка

ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ



2012

КАЗАНЬ



Выставочный центр "Казанская ярмарка"

Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,

т./ ф.: (843) 570-51-07, 570-51-11, e-mail: d4@expokazan.ru,

www.expohouse.ru, www.expokazan.ru

А.Ю. ВАРФОЛОМЕЕВ, канд. техн. наук, ООО «Научно-исследовательская лаборатория строительной экспертизы Баренц-региона» (Архангельск)

Учет динамики биологической деструкции древесины при расчете эксплуатируемых конструкций

Деревянные фундаментные стойки, сваи, столбы и другие конструкционные элементы зданий и сооружений, непосредственно контактирующие с грунтом, эксплуатируются в условиях биологической агрессии. Их подземная часть скрыта, а доступ к надземной части в зданиях с низким цокольным пространством может быть ограничен либо полностью исключен. Поэтому в данном случае очень актуальной является задача прогнозирования динамики биологической деструкции древесины ответственных конструкций, от которых зависит надежность всего здания или сооружения. Корректное прогнозирование позволит своевременно планировать, проектировать и выполнять ремонтные, реставрационные либо противоаварийные мероприятия.

В работах [1, 2] представлено математическое описание динамики накопления биологических повреждений в деревянных конструкциях, позволяющее корректно аппроксимировать данные изменения их технического состояния в условиях длительной биологической агрессии, используя уравнение логистической кривой:

$$x = \frac{1}{\alpha \cdot e^{-kt} + 1}, \quad (1)$$

где x — показатель биологической деструкции деревянных конструкций; α — характеризует начальное состояние исследуемого объекта ($\alpha > 0$); k — учитывает характеристику среды ($k > 0$); t — время наблюдения за конструкцией.

Апробация этого описания с использованием результатов многолетних полигонных испытаний деревянных столбов, вкопанных в грунт, показала достаточно высокую сходимость экспериментальных [3] и теоретических

результатов [1]. Полученные закономерности хорошо поддаются объяснению и корректно описывают все основные стадии биологической деструкции, включая начальную.

Затем была проведена апробация математического описания с использованием результатов обследований технического состояния деревянных фундаментных стоек, эксплуатируемых в пяти двухэтажных многоквартирных зданиях, которые расположены в Архангельской области (рис. 1). Было установлено, что после 70–82 лет эксплуатации отклонение фактических показателей их биологической деструкции от прогнозируемых находится в диапазоне +3,45% — -7,22% [2].

В процессе длительной эксплуатации возможны значимые изменения окружающей среды, влияющие на динамику биологической деструкции деревянных конструкций. Это например, погодноклиматические аномалии, аварии систем канализации с появлением дополнительных органических источников питания для грибов, аварии систем тепло- либо водоснабжения, повлекшие резкое изменение температурного либо влажностного режимов эксплуатации, и т. п. Последствия перечисленных изменений воздействий на деревянные конструкции фиксируются при каждом очередном их обследовании. Учет вновь выявленных данных изменения состояния эксплуатируемых конструкций для корректировки уравнения динамики их биологической деструкции позволит повысить точность прогноза.

Цель исследований — оценить точность определения динамики биологической деструкции древесины при увеличении количества результатов обследований конструкций в процессе длительной эксплуатации и разработать формулы для их расчета.



Рис. 1. Эксплуатируемые деревянные фундаментные стойки до ремонта (а) и после замены (б)

Таблица 1

Год обследования	1976	1980	1985	1991	1996	2002	2010
Продолжительность эксплуатации, лет	48	52	57	63	68	74	82
Биологическая деструкция древесины фундаментных стоек x, %	50	60	60	65	70	75	86

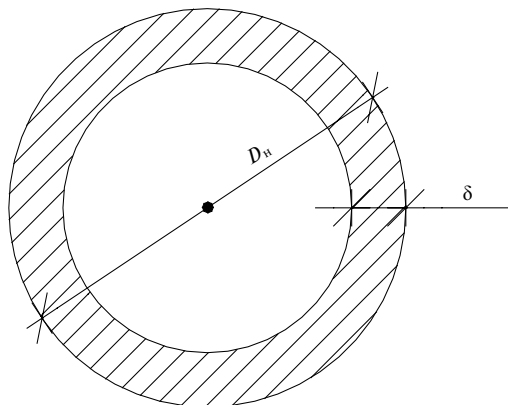


Рис. 2. Расчетная схема биологической деструкции поперечного сечения деревянной фундаментной стойки: D_n – начальный диаметр; δ – толщина деструктированного слоя

Рассмотрим накопление повреждений, нанесенных дереворазрушающими грибами фундаментным стойкам деревянного двухэтажного многоквартирного здания, срубленного на нагелях из четырехкантного бруса с поперечным сечением 150×150 мм. Территория застройки заторфована. Шаг деревянных свай $1,08\text{--}2,1$ м (в среднем $1,6$ м). Под зданием с площадью нижнего этажа 600 м^2 забито 152 сваи (1 свая на $3,68\text{ м}^2$). Их капитальный ремонт не производили. При формировании выборки показателей биологической деструкции древесины фундаментных стоек учитывали и те из них, которые сгнили на 100% (в этих местах сруб здания осел и опирался окладными венцами непосредственно на грунт либо на временные противоаварийные опоры или соседние стойки).

В табл. 1 приведены данные изменения технического состояния древесины в фундаменте здания.

При обработке данных учитывали, что в течение первых четырех лет показатель биологического повреждения стоек часто составляет около 2%. При выводе уравнения прогноза (1) использовали указанные сведе-

ния о накоплении повреждений через четыре года, а также три первых показателя из табл. 1 (через 48, 52, 57 лет). После соответствующих вычислений по специально разработанной методике [2] с использованием четырех указанных точек получили следующее уравнение логистической кривой вида:

$$x(t) = \frac{1}{66,49 \cdot e^{-0,851 \cdot t} + 1} \quad (2)$$

Точность каждого уравнения прогноза оценивали по коэффициенту детерминации R^2 («объясняющей способности») каждого уравнения (доля дисперсии зависимой переменной [4]):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2}{\sum (x_i - x)^2}, \quad (3)$$

где x – среднее арифметическое значение показателя биологической деструкции древесины (зависимой переменной); x_i – наблюдаемое значение зависимой переменной; $\bar{x}_i$ – значение зависимой переменной, вычисленное по уравнению прогноза (1).

Для уравнения (2) $R^2 = 0,9918$, близкое к единице его значение свидетельствует о достаточно высокой сходимости результатов.

С помощью уравнения (1) по аналогичной методике были выведены уравнения прогноза: (2) – с использованием пяти точек, в том числе четыре из табл. 1; (3) – шести точек; (4) – семи точек; (5) – восьми точек соответственно (табл. 2). После поэтапной корректировки уравнений прогноза биологической деструкции деревянных фундаментных стоек с использованием данных их последующих обследований производили сравнение прогнозных значений с фактическими. Результаты оценки поэтапной корректировки уравнения прогноза биологической деструкции деревянных элементов фундаментов с использованием данных последующих обследований приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 показывает, что после 82 лет эксплуатации расхождение прогнозируемого и фактического показателей деструкции по уравнению (1), полученному по четырем точкам, составляет 9,3%, а по уравнению (5) (8 точек) – 1,16%. Следовательно, по мере увеличения количества замеров (точек), используемых для вывода уравнений, точность прогноза динамики биологической деструкции эксплуатируемых деревянных конструкций повышается. Прогнозируемые показатели весьма близки к результатам натурных обследований. Это свидетельствует о корректности результатов прогнозирования динамики деструкции дре-

Таблица 2

№ уравнения прогноза	Коэффициенты уравнения прогноза (1)		Прогнозируемый / фактический показатель биологической деструкции (%) деревянных конструкций после эксплуатации в течение, годы									
			57		63		68		74		82	
	α	k	прогноз / факт	Δ^* , %	прогноз / факт	Δ^* , %	прогноз / факт	Δ^* , %	прогноз / факт	Δ^* , %	прогноз / факт	Δ^* , %
1	66,49	-0,0851	$\frac{66}{60}$	10	$\frac{76}{65}$	16,92	$\frac{83}{70}$	18,57	$\frac{89}{75}$	18,67	$\frac{94}{86}$	9,3
2	60,6	-0,0806	$\frac{62}{60}$	3,33	$\frac{73}{65}$	12,31	$\frac{80}{70}$	14,29	$\frac{87}{75}$	16	$\frac{92}{86}$	6,98
3	54,85	-0,0768	$\frac{59}{60}$	-1,67	$\frac{70}{65}$	7,69	$\frac{77}{70}$	10	$\frac{84}{75}$	12	$\frac{91}{86}$	5,81
4	48,56	-0,0729	$\frac{57}{60}$	-5	$\frac{67}{65}$	3,08	$\frac{74}{70}$	5,71	$\frac{82}{75}$	9,33	$\frac{89}{86}$	3,49
5	40,97	-0,0682	$\frac{54}{60}$	-10	$\frac{64}{65}$	-1,54	$\frac{72}{70}$	2,86	$\frac{79}{75}$	5,33	$\frac{87}{86}$	1,16

Примечание. * Δ – отклонение прогнозируемого показателя от фактического.

веса и возможности их учета при расчетах длительно эксплуатируемых ответственных конструкций на прочность, устойчивость и деформативность.

При расчете фундаментных стоек, имеющих круглое поперечное сечение, исходили из условия, что при отсутствии надежного слоя защитного средства биологическая деструкция развивается последовательно и равномерно в радиальном направлении (поперек годовых колец) от наружной поверхности к центру (рис. 2).

Определим зависимость изменения диаметра эффективного поперечного сечения фундаментной стойки от динамики биологической деструкции древесины со стороны боковой поверхности. Пусть D_n — начальный диаметр фундаментной стойки; δ — толщина деструктированного слоя древесины; $D_{ост}$ — диаметр эффективного поперечного сечения без биологической деструкции древесины:

$$D_{ост} = D_n - 2\delta. \quad (4)$$

Площадь эффективного поперечного сечения без биологической деструкции древесины обозначим:

$$S_{ост} = S_n \cdot x, \quad (5)$$

где x — доля биологической деструкции древесины рассматриваемого конструктивного элемента.

Подставив значение x из уравнения (1), получаем закономерность уменьшения площади эффективного сечения деревянной фундаментной стойки за интересующий период эксплуатации t , который в данном случае выражается в годах:

$$S_{ост} = \frac{\pi D_n^2}{4} \cdot \frac{1}{ae^{-bt} + 1}. \quad (6)$$

Выводы

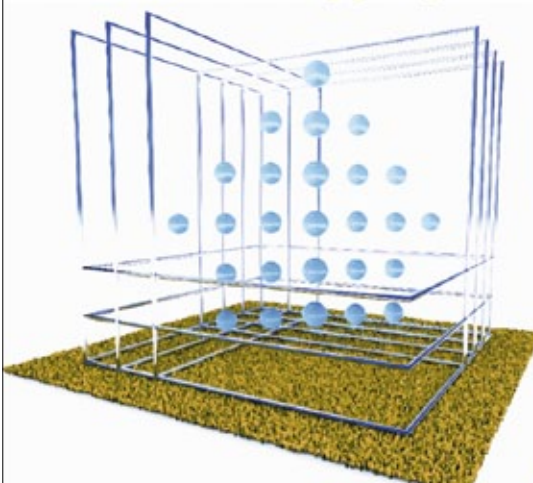
1. Сравнение прогнозируемых значений биологической деструкции древесины в фундаментных стойках с данными их фактического состояния, полученные при последующих натурных обследованиях, свидетельствует о корректности выведенных уравнений.
2. При увеличении количества замеров, используемых для вывода уравнений, точность определения динамики биологической деструкции повышается. Поэтому после каждого очередного обследования следует производить корректировку уравнения с учетом новых данных технического состояния эксплуатируемых конструкций.

Ключевые слова: древесина, конструкции, биологическая деструкция, динамика.

Список литературы

1. Варфоломеев А.Ю. Динамика биологической деструкции древесины // Строительные материалы. 2010. № 6. С. 54–55.
2. Варфоломеев А.Ю. Прогнозирование накопления биологических повреждений в длительно эксплуатируемых деревянных конструкциях // Жилищное строительство. 2011. № 4. С. 27–29.
3. Поромова Т.М., Кузнецова В.В. Динамика развития комплекса грибов при разрушении древесины в условиях Севера Европейской части СССР // Повышение эксплуатационной надежности и защита древесины. Науч. тр. Архангельск: ЦНИИМОД, 1987. С. 23–31.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 9-е изд. М.: Высшая школа, 2003. 479 с.

СТРОИМ БУДУЩЕЕ! 3-5 октября ВОРОНЕЖ 2012



35-я межрегиональная специализированная ВЫСТАВКА СТРОИТЕЛЬСТВО

4-я межрегиональная специализированная ВЫСТАВКА НОВЫЙ ГОРОД



Подробная информация на www.veta.ru

ПРИГЛАШАЕМ КОМПАНИИ К УЧАСТИЮ

Проводится совместно с выставкой “ЭНЕРГОРЕСУРС”

ОРГКОМИТЕТ:



КОНТАКТЫ:

Вeтa тел.: (473) 277-48-36, 251-20-12

e-mail: stroy@veta.ru



А.Д. ЛОМАКИН, канд. техн. наук, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Пропитка древесины способом нанесения на поверхность

В настоящее время основная масса деревянных конструкций как на строительных площадках, так и на заводах деревянного домостроения обрабатывается антисептиками, антипиренами и биоогнезащитными препаратами способом нанесения на поверхность. Существует три модификации этого способа: нанесение защитного средства кистью, распылителем и погружением.

В условиях строительных площадок защитные средства чаще всего наносят на конструкции **распылением** с использованием окрасочных агрегатов высокого давления. При обработке небольших площадей используют краскопульты и садовые распылители. Этот способ применяют в основном для защитной обработки уже смонтированных конструкций, а также конструкций, находящихся в эксплуатации (при ремонте).

Кистевой метод, как менее производительный и более трудоемкий, используется реже, обычно для обработки малых объемов древесины (отдельных элементов конструкций, деталей), а также поверхностей конструкций в труднодоступных местах (узловых соединениях, врубках и т. п.). Обработка древесины распылением и кистью ведется в несколько приемов, обеспечивающих нормируемое удержание пропиточной жидкости.

Погружение элементов в ванну с раствором широко применяется на предприятиях строительной индустрии и реже на стройплощадках, в основном для антисептирования древесины. Этот способ особенно рекомендуется для защитной обработки небольших элементов и мелких деталей (с развернутой поверхностью от 50 до 100–150 м² на 1 м³ древесины). Для крупногабаритных элементов (брусьев больших сечений и бревен) при кратковременной выдержке 10–20 мин этот способ не рационален ввиду большой трудоемкости операций по загрузке и выгрузке элементов. Здесь более уместен способ распыления.

Та или иная модификация способа нанесения на поверхность выбирается с учетом особенностей объекта защиты, наличия оборудования и возможностей по организации работ.

Обработку деревянных конструкций водными растворами защитных средств методом распыления или кистью можно проводить с просушкой древесины (после каждого нанесения) и без просушки.

Традиционно на стройках применяется **способ обработки древесины с просушкой**. При этом способе содержание защитного средства в поверхностном слое с каждым последующим нанесением увеличивается, а толщина его остается почти постоянной. Если промежуток времени между обработками более 3 ч в сухую погоду или 6–8 ч при насыщенном влагой воздухе, то соль антисептика (антипирена, огнебиозащитного препарата) концентрируется в верхнем слое древесного материала и последующая обработка не дает более глубокого проникновения. Целесообразно использовать данный способ, если в дальнейшем древесина не подлежит влагозащитной или декоративной обработке.

Способ обработки древесины с просушкой приме-

ним при огнезащите и огнебиозащите древесины с использованием высококонцентрированных солевых растворов. Здесь при последовательном нанесении нескольких слоев защитного средства идет постепенное насыщение поверхностного слоя древесины солями с образованием тонкой защитной оболочки.

Также целесообразно использование этого способа при обработке древесины ядохимикатами против древоточцев. Если ядохимиката (инсектицида или антисептика) на поверхности будет мало, то по закону диффузии он проникнет в древесину на значительную глубину, вследствие чего концентрация его в древесине снизится настолько, что окажется недостаточной для уничтожения личинок.

Способ обработки без просушки между нанесениями называется **«мокрый по мокрому»**. Суть его заключается в том, что каждый последующий слой защитного средства наносят сразу после впитывания средства, нанесенного в предыдущий прием. Применяют его для увеличения глубины пропитки, но необходимо учитывать, что удержание раствора в среднем на 30–50% меньше, чем в варианте с просушкой.

При нанесении солевого раствора методом «мокрый по мокрому» на поверхности древесины практически не образуется высолов после сушки.

Сразу после нанесения водного солевого раствора (антисептика, антипирена) при обработке древесины с просушкой идут одновременно два процесса — проникновение раствора в древесину и испарение растворителя (воды). При этом происходит повышение концентрации раствора и снижение скорости его впитывания в древесину. После сушки на поверхности древесины, обработанной концентрированными растворами, образуется налет соли. Обычно это наблюдается при обработке труднопроницаемой древесины хвойных пород (рис. 1).

На рис. 1 показан образец строганой еловой доски, на поверхность которой было нанесено 4 слоя 26% солевого раствора огнебиозащитного препарата плотностью 1,22 г/см³. Один участок образца сразу же накрыли пластиковой крышкой, а второй оставляли открытым. Каждый последующий слой наносили после полного впитывания на каждом участке. Образец после нанесения раствора выдерживался в помещении с температурой 20°C до приобретения постоянного веса. Хорошо видно, что участок поверхности с укрытием после высыхания не имеет следов соли, а на поверхности без укрытия наблюдается значительное количество высолов.

При обработке древесины способом нанесения на поверхность без использования укрывного материала следует учитывать негативное влияние повышенной температуры окружающего воздуха на проницаемость пропиточной жидкости. Чем выше температура воздуха, при которой производится обработка древесины, тем большее количество растворителя испаряется. Повышается концентрация раствора, оставшегося на поверхности, и, следовательно, снижается скорость

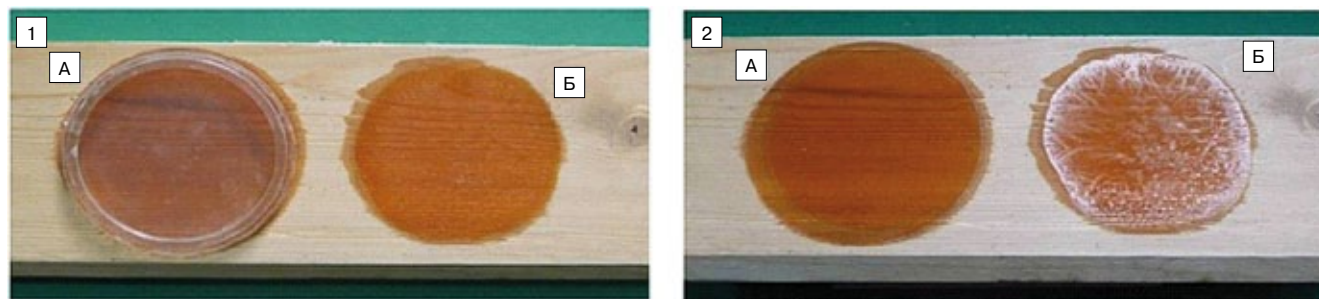


Рис. 1. Поверхность еловой доски с нанесенным солевым раствором огнебиозащитного препарата: 1 – после нанесения; 2 – после высыхания; А – участок с укрытием от высыхания; Б – участок без укрытия.

проникновения его в древесину. Таким образом, глубина пропитки оказывается незначительной и качество обработки снижается. При нанесении последующего слоя раствора соль, выступившая на поверхности, будет препятствовать дальнейшему проникновению в пропиточную зону. Поэтому количество раствора, удерживаемого древесиной, всегда будет ниже планируемого (расчетного).

Чтобы избежать испарения воды из раствора после нанесения его на обрабатываемую поверхность распылителем или кистью при обработке отдельных элементов в условиях цеха или на строительной площадке, рекомендуется следующий прием. Однотипные элементы из обрезного пиломатериала (дощатые, брусчатые) сразу после нанесения пропиточной жидкости укладывают друг на друга в плотные стопки и выдерживают так до тех пор, пока раствор полностью не впитается в древесину. Укладывать элементы рекомендуется в плотные стопки рядами без использования прокладок, при этом каждый следующий по высоте ряд укладывается со сдвижкой по отношению к нижележащему ряду. В этом случае при обработке верхнего ряда остатки пропиточной жидкости, стекая, будут попадать на элементы нижнего ряда.

Второй слой раствора наносят на элементы в обратной последовательности и снова укладывают их в стопки. Эту операцию повторяют столько раз, сколько требуется для получения требуемого по нормам, удержания пропиточной жидкости. Чтобы избежать высыхания древесины, в качестве дополнительной меры можно использовать укрытие стопок гидроизоляционным материалом. Такой технологический прием позволяет значительно повысить качество обработки древесины и максимально снизить потери пропиточной жидкости.

Уровень защищенности древесины характеризуется удержанием пропиточной жидкости, которое исчисляется в граммах на 1 м^2 . Удержание — это количество пропиточной жидкости, нанесенной на поверхность древесины и удерживаемой ею после стекания излишков жидкости.

Необходимо различать понятия «удержание» пропиточной жидкости и «расход». Расход — это фактическое количество пропиточной жидкости, использованное при обработке. Расход всегда больше, чем удержание на величину производственных потерь, которые зависят в первую очередь, от способа нанесения, положения обрабатываемой поверхности и квалификации обработчика. Поэтому расход пропиточной жидкости никак не характеризует степень защищенности древесины, и оперировать этой величиной как показателем качества обработки минимум некорректно. Если в инструкции по применению указан расход состава, но при этом имеется в виду удержание, то должно быть указано, что эта величина приведена без учета потерь при нанесении (стекание раствора с обрабатываемого элемента конструкции, с кисти и потери при распылении).

Производители защитных средств зачастую не придают этому значения и в своих рекомендациях в каче-

стве нормативного показателя используют именно расход, а не удержание, не оговаривая при этом, что потери в эту норму не заложены.

Расход определяют обычно по убыли пропиточной жидкости из рабочей емкости, а сколько ее осталось на древесине и сколько ушло на потери неизвестно. Здесь и кроется самая крупная ошибка при оценке качества защитной обработки. При таком подходе на стройках любые поверхности обрабатывают, как правило, не более двух раз, формально соблюдая норму расхода.

Удержание водных растворов антисептиков, антипиренов и огнебиозащитных препаратов при нанесении на поверхность колеблется в значительных пределах, поскольку зависит от целого ряда факторов, которые необходимо учитывать при обработке конструкций.

Заметное влияние на удержание раствора оказывает чистота обработки поверхности. Чем более чисто прострогана поверхность древесины, тем меньшее количество водного раствора ею удерживается. Пиленая древесина в зависимости от степени ворсистости поверхности, удерживает в 1,5–3 раза больше раствора, чем строганая. Количество удерживаемой жидкости поверхностями зависит во многом не только от их шероховатости, но и от наличия естественного или искусственного наклона волокон, который оказывает положительное влияние на величину поглощения. Поглощение пропиточной жидкости через боковые поверхности элементов с наклоном волокон можно рассматривать как ее проникновение вдоль волокон, относительно редко (в зависимости от величины угла наклона) выклинивающихся на боковую поверхность пропитываемого элемента, либо как поглощение поперек волокон.

Боковые поверхности пиломатериалов, у которых при распиловке бревна волокна древесины перерезаются, образуя искусственный наклон волокон, превращаются как бы в «торцы пониженной активности» и играют весьма существенную роль в общей величине поглощения при пропитке досок и брусев строительного размера способом нанесения на поверхность.

При оцилиндровке бревен, так же как при пилении, неизбежно нарушение естественной структуры волокон бревна, что способствует лучшему проникновению в древесину защитных средств за счет образования искусственного наклона волокон. Если для обеспечения пропитки древесины это является фактором положительным, то на защиту ее от проникновения капельножидкой влаги в процессе эксплуатации искусственный наклон волокон влияет отрицательно. В этом отношении стеновые бревна, не подвергавшиеся механической обработке резанием (окоренные), более устойчивы к атмосферным воздействиям и более долговечны, чем оцилиндрованные.

На удержание пропиточной жидкости влияет и положение обрабатываемой поверхности. Так, на вертикальной поверхности удержание жидкости на 20–25%, а на наклонной — на 10–15% меньше, чем на горизонтальной. Количество удерживаемой пропиточной жидкости зави-

сит также и от того, каким способом она была нанесена. Например, удержание при нанесении опрыскивателем на 20–30% больше, чем при нанесении кистью.

При подсчете удержания ГОСТ 20022.6–93 «Защита древесины. Способы пропитки» регламентирует величину потери защитного средства не более 50% независимо от метода нанесения. Это усредненная величина, поэтому в каждом конкретном случае необходимо учитывать все факторы, которые могут оказать влияние на величину производственных потерь.

Объем потерь защитных средств во многом зависит не только от чистоты обработки поверхности, но и от положения обрабатываемой поверхности в пространстве. Если рассматривать методы нанесения кистью и распылением, то наибольшие потери наблюдаются при нанесении растворов распылением 50–60%, а кистью — в среднем 15–25%. Большой объем потерь раствора при распылении объясняется трудностью обеспечения постоянства его расхода.

Потери зависят и от типа обрабатываемых конструкций. Если сравнить потери антисептика при нанесении на разреженную обрешетку из брусков под кровельные листы (металлочерепица, ондулин, профнастил и др.) и на сплошной дощатый настил под мягкую кровлю, то потери в первом случае будут как минимум в 2–3 раза больше.

Технология обработки элементов методом погружения такова, что потери защитного средства практически исключаются. После обработки пакеты с элементами некоторое время выдерживаются в наклонном положении над ванной для стекания излишков пропиточной жидкости, а затем перемещаются на поддон для сбора остатков жидкости, которые поступают обратно в ванну.

При определении кратности обработок древесины распылителем или кистью руководствуются, как прави-

ло, указаниями, которые дает производитель продукции. Но получить нормируемое удержание пропиточной жидкости при 2–3-й кратной обработке, которая рекомендуется производителями, удастся редко, особенно при обработке строганой древесины.

Для большинства водных солевых огнезащитных и огнебиозащитных препаратов для получения 1 группы огнезащитной эффективности нормируемое удержание составляет 500–600 г/м². Строганая древесина даже в горизонтальном положении при однократной обработке удерживает не более 100 г/м², а при каждом последующем нанесении удержание составляет не более 50–70 г/м². Если пропиточный состав наносится через 20–40 мин (способ «мокрый по мокрому»), то удержание и того меньше: 30–40 г/м².

Таким образом, чтобы обеспечить требуемое удержание пропиточной жидкости, например 600 г/м², количество нанесений на строганую древесину необходимо довести до 6–8 раз вместо рекомендуемых 2–3.

Если речь идет об обработке распылением горизонтально расположенных элементов конструкций из нестроганой древесины, то фактическое удержание пропиточной жидкости при нанесении первого слоя составляет не более 180 г/м², а при нанесении последующих слоев, через 20–40 мин, удержание не превышает 120 г/м². Следовательно, для получения нормируемого удержания элементы должны быть обработаны не менее 3–4 раз. На практике как нестроганую, так и строганую древесину обрабатывают антипиренами и огнебиозащитными препаратами два, а в лучшем случае три раза, что, конечно, отрицательно сказывается на огне- и биозащищенности деревянных конструкций.

Ключевые слова: антисептик, антипирен, уровень защищенности, удержание пропиточной жидкости.



**Институт строительных материалов им. Ф.А. Фингера (FIB)
университета Bauhaus-Universität г. Веймар (Германия)
организует 18-й Международный конгресс по строительным материалам**

IBAUSIL

г. Веймар (Германия)

12–15 сентября 2012 г.

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

На 18-й конгресс будет представлено более 300 докладов по секциям:

- Неорганические вяжущие вещества;
- Бетоны и долговечность бетонов;
- Стеновые строительные материалы (строительство, эксплуатация, переработка и утилизация отходов).

Официальные языки конференции — немецкий, английский

Впервые в рамках конгресса состоится воркшоп на русском языке по теме «Инъекционные технологии с применением инновационных строительных материалов в подземном строительстве стран СНГ».

Программа конгресса и регистрационная форма размещены на сайте www.ibausil.de

Секретарь оргкомитета доктор-инженер Ханс Бертрам Фишер +49 3643 58 47 12

80%

товарооборота в отрасли
принадлежало компаниям-участницам

107 14.603 90%

Посетители из стран

посетителя приехали из-за
пределов Италии

Было
представлено
последних
достижений в
области
технологий



TECNARGILLA 2012

Будущее керамики

24 - 28 Сентября . Римини . Италия

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



организатор



www.tecnargilla.it

при поддержке



CERAMITEC

Technologies | Innovations | Materials



продемонстрировала поступательное развитие отрасли

22–25 мая 2012 г. в Мюнхене (Германия) состоялась 12-я Международная выставка машин, оборудования и сырьевых материалов для керамической промышленности и порошковой металлургии CERAMITEC. Выставка проводится один раз в три года и с определенной периодичностью сроки ее проведения (конец октября) совпадают с выставкой Tescnargilla, которая проходит в г. Римини (Италия) в конце октября один раз в два года. В таких случаях выставка CERAMITEC переносится на май. В секторе строительной керамики CERAMITEC занимает лидирующие позиции и является индикатором состояния отрасли.



Бокситогорский глиноземный комбинат, входящий в холдинг «РУСАЛ» (Россия), – большая компания, на ее стенде ведутся переговоры о больших контрактах, заключаются большие сделки



Первый раз принимало участие в выставке ЗАО «НЭВЗ-КЕРАМИКС» (Новосибирск, Россия), которое было образована в 2011 г. в результате подписания соглашения между ХК ОАО «НЭВЗ-Союз», одним из крупнейших производителей электронных компонентов и технической керамики на рынке России и СНГ, и ОАО «РОСНАНО» о создании совместного предприятия по производству наноструктурированной керамики

«Технологии – новшества – материалы» - под таким девизом готовилась и проводилась выставка CERAMITEC-2012. В формировании экспозиции и деловой программы выставки принимали активное участие ECT (Европейская керамическая технологическая рабочая группа поставщиков), Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie (Национальная ассоциация немецкой кирпичной промышленности), Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau (VDMA – федерация производителей технологического оборудования), Verband der deutschen Feuerfest-Industrie (Ассоциация немецкой огнеупорной промышленности).

Выставку посетили 16,7 тыс. специалистов из 106 стран мира, что превышает показатели 2009 г. на 11% и 17% соответственно. Наибольшее количество специалистов приехало из Италии, Австрии, Чехии, Франции, Великобритании, Польши, России, Турции, Швейцарии и Бразилии.

Если посещаемость выставки по сравнению с 2009 г. выросла, но не достигла показателей докризисного 2006 г., то экспозиционная составляющая вышла на докризисный уровень. Свою продукцию на выставке представили 613 компаний из 42 стран мира (2006 г. – 612 компаний из 42 стран). Лидер выставки 2009 г. – КНР – удвоила свое присутствие в экспозиции – 62 фирмы-экспонента, что составляет практически 10% от общего числа участников (2009 г. – 33 фирмы).

Всего в выставке CERAMITEC-2012 приняли участие более 350 зарубежных фирм-экспонентов, что на 4% больше, чем в 2009 г.

В рамках CERAMITEC-2012 состоялась обширная деловая программа, включавшая более 50 различных мероприятий, которые в общей сложности посетило более чем 3 тыс. специалистов. Наиболее масштабными и значимыми мероприятиями стали 10-й Международный симпозиум по керамическим материалам и компонентам для энергетического и экологического применения» (International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications (CMCEE), который 20-23 мая 2012 г. состоялся в Дрездене, а 25 мая продолжил свою работу в рамках Дня технической керамики; День строительной керамики (Heavy Clay Day), в рамках которого обсуждалось применение наночастиц в санитарной керамике, оптимизация процесса обжига, эффективное использование энергии с целью сохранения природных ресурсов; День Индии, проводимый в рамках CERAMITEC во второй раз.

Возможности участников и посетителей выставки CERAMITEC существенно расширились в связи с совпадением сроков и места проведения 6-й Международной выставки AUTOMATICA, на которой традиционно представляются новейшие решения в области автоматизации производственных процессов и робототехники для всех секторов промышленности. Выставка проводится один раз в два года.

Журнал «Строительные материалы»® был представлен в экспозиции CERAMITEC на собственном стенде второй раз. По сложившейся традиции на стенде журнала встречались российские специалисты из разных регионов России, а также коллеги из стран СНГ. Большой интерес как российских, так и зарубежных посетителей и экспонентов вызвала информация о предстоящей 10-й Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭК-2012». Многие затем стали ее участниками.

Кроме журнала «Строительные материалы»® в этом году Россию представляли Бокситогорский глиноземный комбинат, Волжский абразивный завод, ЗАО «НЭВЗ-Керамикс» и компания «Стромтехника».

CERAMITEC 2015

20–23 октября 2015 г.





Немецкая компания «Айрих» (EIRICH) – производитель различных смесителей. Автомобиль Porsche в разрезе показывает, что смесители «Айрих» использует даже легендарная автомобильная компания



Немецкая компания «Буртон» (BURTON) – один из старейших производителей огнеупоров, в том числе для керамической промышленности. На многих новых заводах России применяется продукция этой фирмы



Обсуждение вопросов делового сотрудничества в приятной атмосфере стилизованного бара фирмы «Вушек» (Wuschek, Германия)



Испанская компания «Форгестал» (Forgestal), производитель широкого спектра высококачественных огнеупоров для керамической промышленности, давний партнер журнала и проекта КЕРАМТЭК. Российские коллеги всегда желанные гости на стенде компании



Турецкая компания «АР – САН МАКИНА» (AR - SAN MAKINA) – дебютант выставки CERAMITES. Компания была основана в 1973 г. и начала свою деятельность с выпуска отдельных машин и запасных частей. Динамичное развитие компании позволило со временем перейти к комплектной поставке оборудования керамических предприятий под ключ, первое из которых было построено в 1983 г. С 1988 г. в структуре компании действует собственный кирпичный завод, на котором проводятся тестирование нового оборудования и отработка новых технических и технологических решений, прежде чем предложить их покупателям. В настоящее время компания «АР – САН МАКИНА» является одним из лидеров керамической промышленности Турции



Итальянская компания «Бернини импianti» (BERNINI impianti) представила комбинированную горелочную группу GCS/SFD, которая работает как на газу, так и на твердом топливе. Она может применяться для всех видов печей и позволяет рационально использовать имеющиеся ресурсы, не ухудшая качество кирпича. Горелочная группа GCS/SFD оснащена домалывающим устройством, электронным распределительным щитом и термпарой, центробежным вентилятором

В рамках многопрофильно информационно-аналитического издательского проекта КЕРАМТЭКС редакцией журнала «Строительные материалы» была организована поездка группы руководителей и ведущих специалистов российских производственных предприятий, научно-исследовательских и инжиниринговых компаний для посещения выставки CERAMITEC и передовых предприятий Германии. В этом году нашими партнерами по организации производственных экскурсий стали машиностроительная компания «Келлер ХЦВ» и «Вакер Хеми АГ».



Производственная экскурсия состоялась на завод «Röben TONBAUSTOFFE», расположенный в г. Баннберштайде. Он был запущен после реконструкции в феврале 2012 г. В его состав входят три технологические линии, на которых производится широкий ассортимент облицовочного кирпича широкой цветовой гаммы и фактур лицевых поверхностей, клинкерного кирпича, в том числе для мощения, клинкерных плиток для облицовки. Оборудование поставлено фирмой «Келлер ХЦВ».



Уникальную возможность познакомиться с учебным центром, лабораторией и производством предоставила нашей группе фирма «Вакер Хеми АГ», один из крупнейших производителей строительной химии. Фирма, созданная в 1914 г., в настоящее время имеет десятки различных химических производств во многих странах мира, в том числе в Америке. Наша группа посетила завод в г. Бургхаузене, где производятся силиконовые гидрофобизаторы. Следует отметить, что керамический кирпич был первым материалом, для которого разработан силиконовый гидрофобизатор. Применение гидрофобизаторов существенно снижает высолообразование, водопоглощение, и соответственно, повышает теплотехнические качества кирпича.



На территории предприятия сохранился дом, фрагмент одной из стен которого обработана силиконовым гидрофобизатором в 1953 г. За прошедшие 59 лет эффективность гидрофобизации практически не изменилась



Соседство с одним из крупнейших химических предприятий Европы не причиняет вреда реке Зальцах, озеру Вёртзее и уникальному замку Средневековья Бургхаузену, знаменитому своей длиной – 1034 м

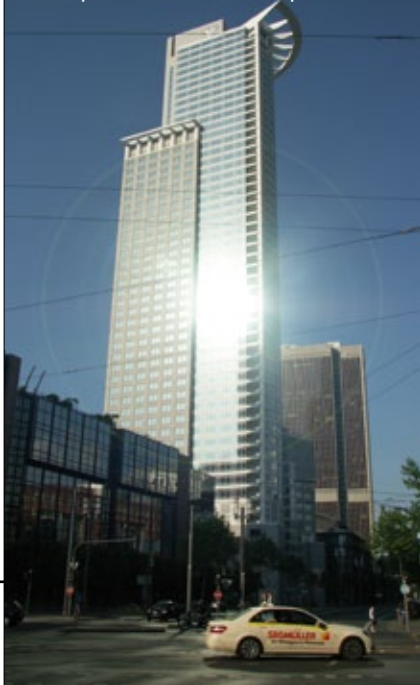


Собор Святого Варфоломея построен в XIV-XV вв., был разрушен в результате пожара в 1876 г. и воссоздан в современном виде. Высота 95 м.



Выезжая в зарубежную деловую поездку, мы всегда стремимся побывать в новых местах, узнать что-то новое о стране. В этом году наш путь лежал через Франкфурт-на-Майне – крупнейший финансовый и транспортный центр Германии, город с богатой историей и своеобразной архитектурой разных эпох.

ВестендТурм (1993 г., 208 м) — штаб-квартира центрального кооперативного банка Германии





20 июня 2012 г. в г. Павловском Посаде Московской области состоялся технический запуск после модернизации кирпичного завода «ЛСР. Стеновые».

Нажатием символической пусковой кнопки дан старт шестой жизни керамического предприятия, история которого началась в 1889 г., когда было создано «Гончарное заведение» по производству керамических труб П.М. Ефимова и В.Д. Костальского. В 1918 г. предприятие, естественно, было национализировано и передано в систему «Водоканала», а в 1938 г. оно перешло в трест «Госкоммунарпром» и было переименовано в Павлово-Посадский завод керамических труб. Кирпич завод начал выпускать в 1968 г. после установки линии пластического формования и получил новое название – Павлово-Посадский керамический завод. В 2008 г. группа инвесторов завершила строительство нового кирпичного завода «Павловская керамика» на месте полностью снесенного старого.

С целью повышения качества продукции, расширения ее ассортимента и увеличения мощности завода новым собственником – Группой ЛСР – было принято решение о проведении реконструкции действующего производства, которая была успешно завершена в мае 2012 г.

В торжественной церемонии технического запуска предприятия после реконструкции принял участие зам. председателя Правительства Московской области Р.Е. Филимонов, глава Павлово-Посадского муниципального района А.Ю. Лютоев, глава города Павловский Посад В.В. Бунин, генеральный директор, председатель Правления Группы ЛСР А.И. Вахмистров. Поздравить коллег приехали руководители ряда кирпичных заводов и дилерских компаний.

Проектная производственная мощность предприятия составляет 70 млн шт. усл. кирпича в год. Предприятие обеспечено сырьем за счет месторождения кирпичных глин в г. Ожерелье Каширского района Московской области, принадлежащего Группе ЛСР.

Завод оснащен оборудованием фирм «Келлер» (Keller HCW) и «Бедески» (Bedeschi S.p.A.). Обновленная технология обеспечивает воспроизводимость цвета продукции в разных партиях. После реконструкции предприятие сосредоточится на выпуске облицовочного кирпича. На первом этапе планируется выпускать кирпич 10 цветов и пяти фактур под торговой маркой RAUF. Оборудование также позволяет выпускать кирпич пестрой расцветки и несколько видов фигурного кирпича.

Александр Иванович Вахмистров, приветствуя участников торжества, отметил, что Группа ЛСР является крупнейшим производителем кирпича в России, однако до недавнего времени его основные мощности были сосредоточены в Санкт-Петербурге. Начало выпуска лицевого кирпича в Подмоскovie упрочит и расширит присутствие группы в Московском регионе, дополнив имеющиеся производства строительных материалов и конструкций, что в значительной мере обеспечивает девелоперские проекты Группы ЛСР.

Пожелаем коллегам успехов!



Новая продукция – свидетельство успешного завершения работы. А.А. Акберов (слева) с коллегами из фирмы «Келлер»



Поздравление от главы города Павловский Посад В.В. Бунина принимает генеральный директор завода А.А. Акберов



Новый шихтозапасник



Погрузочно-разгрузочные работы доверены роботам



Добрые пожелания коллег будут увековечены «в кирпиче»



Памятный подарок от дилерского клуба

Универсальность садки благодаря новому «модулярному» программированию

Одна из задач, стоящая сегодня перед руководителями производств и специалистами современной кирпичной промышленности – это разнообразие и вариативность форм загрузки партий кирпича, соответствующих индивидуальным представлениям заказчиков.

Наряду с основными технологическими факторами, такими как программа сушки и обжига, основополагаю-

щее значение имеет выбор схемы садки на печные вагонетки.

В рамках расширения машинного оборудования в результате совместной работы с фирмой Vandersanden BV на заводе Hedikhuizen для графического проектирования процесса садки внедрено новое программное обеспечение фирмы KELLER H.C.W.



Фото 1. Садка на печной вагонетке

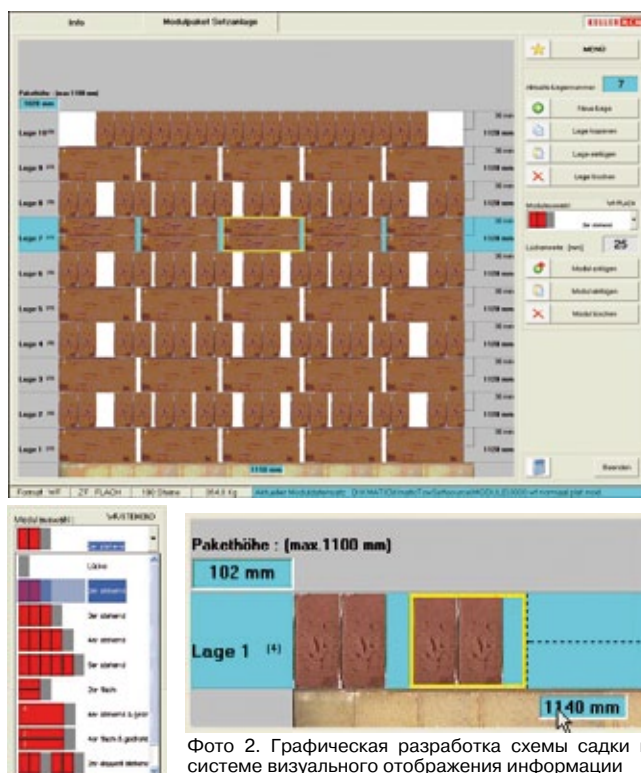


Фото 2. Графическая разработка схемы садки в системе визуального отображения информации

Решающее значение при разработке и внедрении данного проекта в жизнь сыграли два важных фактора:

1. Возможность точного масштабного проектирования схемы садки на печные вагонетки с помощью графического изображения, а также сохранение всех существующих форматов на автомате-садчике.
2. Существенных потерь мощности в системе управления процессом при группировке кирпича и подаче на садочное устройство не наблюдалось.

Явные преимущества этого нового программного обеспечения отметил руководитель производства компании Vandersanden BV Тео Хаартманс: «У производителей кирпича появилась возможность универсального подхода к желаниям заказчиков и архитекторов, возможность оптимизации производственного процесса и необычайного расширения ассортимента продукции.»

На практике использование программного обеспечения оправдало себя уже в самый короткий период. Благодаря простому обслуживанию программы в течение непродолжительного периода времени существующие форматы были отрегулированы на новый модульный режим.

Из перечня составляемых модулей можно выбрать отдельные типы модулей и произвольно расставлять их на соответствующие места.

Заданное расстояние до соседнего модуля при этом уже учитывается.

Благодаря изображению, соответствующему масштабу и с учетом максимальной длины слоев и высоты пакета оператору видна вся схема садки.

Запрограммированные отдельные слои можно тиражировать простейшим способом: «копирование & ввод». Через короткий промежуток времени возникает новая схема садки, которую можно ввести или в память на местный жесткий диск, или через сеть (LAN или WLAN) в систему управления садочного устройства.

В отличие от классических систем визуального отображения информации в данном случае не возникает расходов на лицензии изготовителя систем визуального отображения. Программу можно устанавливать в любой рабочей системе Microsoft Windows бесплатно. Для передачи данных в систему управления необходим интерфейс.

KELLER H.C.W.

KELLER H.C.W. GmbH

Райнер Хюзинг

Carl-Keller-Str. 2–10, 49479 Ibbenbüren
Tel. +49 5451 85 0. Fax +49 5451 85 310
www.keller-hcw.de info@keller-hcw.de

Успешное участие фирмы LINGL в выставке CERAMITEC

Выставка CERAMITEC-2012 в Мюнхене вновь стала для фирмы LINGL удачной возможностью представить впечатляющую картину своей компетентности и потенциала. На стенде под названием «Кирпичный завод будущего» были представлены новейшие технологии, разрабатываемые фирмой LINGL для производителей строительной керамики. Огромное впечатление на посетителей стенда произвело разнообразие представленных тем и высокое качество презентации технологий.

Фирмой LINGL были организованы экскурсии на действующие заводы Вёрль и Клостербойрен для ознакомления с линией по заполнению кирпича, а также на заводы по производству черепицы Креатон. Ключевым моментом стал торжественный запуск линии шлифования и заполнения керамических блоков на заводе Клостербойрен.

В рамках специализированной программы CERAMITEC-2012 фирмой LINGL были представлены следующие темы: «Экологическое производство в сфере грубой керамики» и «Технологии экономии энергии в процессе обжига». Данные темы были раскрыты и конкретизированы в ходе специализированных дискуссий на выставочном стенде LINGL «Кирпичный завод будущего».

Во время проведения Дня карьеры, по инициативе VDMA (Объединение немецких машиностроительных предприятий) для привлечения молодых специалистов, в процессе различных экскурсий по стенду сотрудники фирмы LINGL рассказали о многогранном наборе задач фирмы и о связанных с этим профессиональных возможностях в сфере производства грубой керамики.

Для фирмы LINGL ожидания, связанные с выставкой CERAMITEC, полностью оправдались. Тематические переговоры на выставочном стенде, интерес к технологиям будущего и конкретные запросы клиентов со всех уголков мира позволяют сделать заключение об успешном проведении выставки.



Абдула аль-Замил, президент Yamama Clay Industries, Эр-Рияд, Саудовская Аравия, на стенде компании LINGL



Выставочный стенд LINGL был излюбленным местом встречи посетителей, интересующихся технологиями производства керамических строительных материалов



Выставка «Кирпичный завод будущего» подчеркивает технологическую компетентность фирмы LINGL



Ханс ЛИНГЛ Анлагенбау унд Ферфарентехник ГмбХ & Ко. КГ
 Нордштрассе, 2
 86381 Крумбах

Телефон: +49 (0) 8282 8250
Факс: +49 (0) 8282 825510
E-mail: info@lingl.com



5pEXPO-2012

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВЫСТАВОЧНОЙ ИНДУСТРИИ

С 6 по 8 июня 2012 г. в Москве прошел VI Международный форум выставочной индустрии «5pEXPO-2012». Организаторами мероприятия выступили ТПП РФ и ЦВК «Экспоцентр» под патронатом Совета Федерации Федерального собрания Российской Федерации, Правительства Москвы, Московской ТПП, Международной федерации выставочного и конгрессного сервиса (IFES), Российского союза выставок и ярмарок и при поддержке ЗАО «Экспоконста».



Форум «5pEXPO» является ведущим выставочно-конгрессным мероприятием России и стран СНГ, ежегодным крупнейшим смотром отечественных и зарубежных выставочных технологий, главной дискуссионной и образовательной площадкой для профессионалов выставочной, конгрессной отраслей и индустрии событий.

Из года в год специалисты отрасли участвуют в насыщенной деловой программе, престижных конкурсах, а также обстоятельно изучают экспозицию форума и знакомятся с последними тенденциями развития мировой выставочной индустрии.

В 2012 г. форум собрал российских и зарубежных профессионалов выставочной отрасли – ведущих выставочных операторов России, СНГ и других стран, активно работающих на российском рынке, а также представителей региональных администраций и торгово-промышленных палат, разработчиков и поставщиков выставочно-конгрессного оборудования и потребителей выставочных услуг.

Центральные события форума – IV Всероссийская конференция по выставочно-ярмарочной и конгрессной деятельности и международный конгресс «Восток – Западу, Запад – Востоку. Мировые тенденции в выставочном и конгрессном бизнесе», а одна из главных тем – проект разработанной по поручению Председателя Правительства РФ концепции развития выставочно-ярмарочной деятельности в России на принципах частного-государственного партнерства.

Впервые в России прошло общее ежегодное собрание членов Международной федерации выставочного и конгрессного сервиса (IFES).

Пленарное заседание IV Всероссийской конференции по выставочно-ярмарочной и конгрессной деятельности и между-

народный конгресс «Восток – Западу, Запад – Востоку. Мировые тенденции в выставочном и конгрессном бизнесе» дали старт дискуссионной части форума, где выступили более 30 докладчиков.

На круглых столах, семинарах и конференциях обсуждались вопросы развития выставочно-конгрессной инфраструктуры в России, вопросы международного сотрудничества в организации и проведении выставочно-конгрессных мероприятий, стандарты и качество безопасности при проведении выставочно-конгрессных мероприятий. Техника безопасности на выставочно-конгрессных площадках, информационные технологии в выставочно-конгрессной деятельности организаторов мероприятий.

Впервые для участия в выставке собрались представители выставочных сообществ практически со всех континентов, из более чем 30 стран, среди которых Австрия, Аргентина, Белоруссия, Бельгия, Бразилия, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Египет, Израиль, Индия, Китай, Молдавия, Нидерланды, Россия, США, Украина, Франция, Чехия, Швейцария, Южно-Африканская Республика, Япония и др.

Число компаний, принявших участие в выставке, по сравнению с 2011 г. увеличилось на 34%.

«5pEXPO» – это прежде всего ежегодная демонстрация возможностей российского выставочного сообщества, где участие каждой выставочной компании дает стимул к развитию всей выставочной индустрии России, расширению стратегических связей между профессионалами-выставочниками и потребителями выставочных услуг.

По материалам ЗАО «Экспоцентр»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

«Завод ЖБИ-6» и «МСР Перспектива» объединились

ОАО «Завод ЖБИ-6» и проектное бюро ООО «МСР Перспектива», эксклюзивно производящие в Московском регионе дома из сборного железобетона «Евро-Па» и «ЕВРО», объединены в рамках вновь созданного предприятия ООО «ЛСР. Строй-М». Объединение предприятий произведено в рамках плановой реструктуризации бизнес-единицы «ЛСР. Строительство-Москва» Группы ЛСР. Основная цель преобразований – создание предприятия полного цикла, реализующего функции проектирования, производства и строительства и выполняющего таким образом работы по возведению отдельных зданий и объектов комплексной застройки на базе индустриального домостроения «под ключ». ООО «ЛСР. Строй-М» будет осуществлять реализацию проектов, которые Группа ЛСР возводит в Московском регионе в качестве подрядчика по строительству, в том числе в рамках госзаказов. В

апреле 2012 г. компания приступила к первому проекту – возведению жилого квартала Life-Митинская в Северо-Западном административном округе Москвы по заказу «Строительной компании «Пионер» (входит в ГК «Пионер»). Реализацию девелоперских проектов Группы ЛСР в Московском регионе продолжит ЗАО «Мосстройреконструкция» в рамках бизнес-единицы «ЛСР. Недвижимость-Москва». Реструктуризация московских предприятий Группы ЛСР – очередной этап комплексного процесса централизации и укрупнения ряда бизнес-процессов компании, унификации принципов построения бизнеса во всех регионах присутствия. Опыт Санкт-петербургских предприятий Группы ЛСР успел доказать эффективность бизнес-модели, при которой в рамках одного ДСК объединен весь цикл реализации проекта, от проектирования до передачи объекта заказчику: она делает производство более гибким, мобильным, кроме того, повышает качество обслуживания заказчика, позволяя работать по принципу «одного окна».

Модернизация на ДСК «Блок»

На домостроительном комбинате «Блок» (Санкт-Петербург) начался монтаж новых современных производственных линий в рамках второго этапа модернизации предприятия. Комплексная модернизация промышленного производства ведется на предприятии с конца 2006 г. К 2013 г. комбинат планирует увеличить объем выпускаемой продукции до 500 тыс. м² готового жилья в год.

В цехах предприятия 1970-х гг. постройки будут запущены новые линии немецкой компании «Wespenmann»: две кассетные линии по четыре машины в каждой по выпуску наружных и внутренних стеновых панелей с возможностью регулировки как толщины, так и высоты изделий и конвейерная линия по производству плит перекрытий, каждая из которых способна выпускать за сутки от 80 до 150 м³ ЖБИ. Также будет уста-

новлена современная сеточная машина по производству составных частей объемных арматурных каркасов. Сеточная машина даст возможность создать практически безотходное арматурное производство, экономия металла около 6–10 кг на каждом м³ бетона. Кроме того, в компании планируют дооснастить котельную двумя новыми котлами по 4 МВт каждый производства компании BBS (Германия), будет также завершена модернизация бетоносмесительного узла.

Общий объем инвестиций в масштабную реконструкцию и модернизацию производства с 2007 по 2012 г. составил около 2,8 млрд р. из собственных оборотных средств компании. Площадь территории комбината более 50 га, из которых 12 га производственных площадей.

По материалам пресс-службы Группы ЛСР

РУСАЛ запускает производство нефелинового шлака

ОК РУСАЛ сообщает о разработке и внедрении технологии получения нефелинового шлака из нефелинового шлама, благодаря которой потребление переработанного шлама вырастет в несколько раз. Ожидаемый экономический эффект от внедрения данной разработки составит более 100 млн р. в год.

Инженерно-технологический центр (ИТЦ) РУСАЛа разработал технологию производства нефелинового шлака из нефелинового шлама путем промывки водой, доизмельчения, отжима и сушки. Нефелиновый шлак – продукт, который широко востребован в цементной и горнодобывающей отраслях, а также в дорожном строительстве. Технические условия нефелинового шлака позволяют применять к нему отличный от шлама код груза, благодаря чему будет снижен и тариф на его перевозку. Технология разработана в рамках проекта «Комплексная технология безотходного производства глинозема».

В настоящий время рабочей группой Ачинского глиноземного комбината (АГК), являющегося основ-

ным поставщиком шлама, ведется проработка объемов потребления нефелинового шлака предприятия, предварительная проработка цен и условий поставок. Отгрузка первых партий нефелинового шлака по новым контрактам планируется в третьем квартале 2012 г.

В связи с ростом потребления нефелиновых шлаков АГК сможет сократить объем складирования нефелинового шлама на хранилище минимум в два раза. Из 6,34 млн т нефелинового шлама, имеющегося в шламохранилище, в настоящий момент АГК намерен реализовать почти половину, что снизит издержки только на складирование на 111,9 млн рублей.

Проведенный анализ рынка показал, что спрос на эту продукцию достаточно высок. Шлак становится конкурентоспособным по цене материалом в различных отраслях. Получение нефелинового шлака – важный этап на пути к безотходному производству глинозема.

По материалам компании РУСАЛ

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Производство пигментов и красителей вырастет

Спрос на высокопроизводительные, не содержащие растворителей покрытия постепенно приведет к буму на рынке пигментов и красителей. К 2017 г. будет произведено порядка 9,9 млн т веществ на сумму в 26,5 млрд USD.

В отрасли наблюдается фундаментальный сдвиг в сторону высокопроизводительных неорганических пигментов на металлической основе. Спрос на них будет расти во многом благодаря восстановлению автомо-

бильной промышленности. Кроме того, требуется пигмент яркой цветовой палитры, отмечают специалисты.

Азиатско-Тихоокеанский регион является крупнейшим и самым быстро растущим рынком пигментов и красителей. Среди стран лидирует по-прежнему Китай. Индия остается на втором месте благодаря новой системе государственных налогов и акцизов. Среди основных игроков отрасли — ALTANA, BASF, Clariant, Sun Chemical, DuPont и Huntsman.

По материалам «ЛКМ портал»

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

Российский рынок переработки древесины растет

Одним из преимуществ отечественной отрасли по переработке древесины является наличие в России огромных ресурсов древесины. В нашей стране сосредоточена четвертая часть ее мировых запасов. В структуре земельного фонда Российской Федерации доля лесонасаждений составляет 1104,8 млн га. Общий запас древесины составляет около 81,5 млрд м³, половину составляет спелый лес, который необходимо рубить и использовать в переработке, иначе он потеряет свои товарные качества. Однако лишь 20% добываемой российской древесины идет в глубокую переработку. Большой объем остаточного сырья переработки обеспечивает потенциал роста рынков других видов древесных строительных материалов. В частности, объем российского рынка древесно-стружечных плит в 2011 г. увеличился по сравнению с предыдущим годом на 26%, а объем рынка древесно-волоконистых плит — почти на 12%.

По данным Росстата, производство российских пиломатериалов в 2011 г. достигло 24,3 млн м³. При этом рост их потребления связан не только с внутрироссий-

ским рынком, но и со значительным увеличением экспортных поставок.

В 2011 г. объем экспорта пиломатериалов составил 11135 тыс. м³ и увеличился по сравнению с 2010 г. на 12%. Главными причинами повышения интереса импортеров к российским пиломатериалам являются значительное повышение их качества вследствие использования в производстве современных технологий лесопиления и высокая транспортная доступность.

По данным Росстата, в 2011 г. основная валютная выручка была получена от экспорта пиломатериалов. Ее объем достиг максимального значения за последние 10 лет и составил 3387 млн USD. В структуре экспорта лесобумажной продукции поставки пиломатериалов за рубеж составили 52,6%.

Экспорт российских пиломатериалов ежегодно будет увеличиваться не менее чем на 5–8%. При этом соответственно будет сокращаться экспорт необработанной древесины, прежде всего пиловочника хвойных пород. В то же время рост производства, а значит, и экспорта пиломатериалов будет сдерживаться темпами развития лесозаготовительного производства как наиболее затратного.

Растет экспорт российского строительного камня

Объем экспорта строительного камня в натуральном выражении с 2008 по 2010 г. сокращался. В 2011 г. ситуация изменилась и начался восстановительный рост, объем рынка увеличился на 20%, но так и не достиг показателя 2008 г.

В структуре российского экспорта строительного камня больше четырех пятых его объема приходилось на известняк (92,6%). На долю гранита и мрамора в 2011 г. приходилось по 3,7%.

Российская Федерация экспортирует строительный камень во многие страны: субъекты бывшего СССР, а также Германию. Крупнейшими импортерами строительного камня являются Украина, Латвия и Молдова. Доля Украины в структуре российского экспорта строительного камня в 2011 г. составляла почти 54%, Латвии — немногим больше 24%. Чуть больше десятой части всей продукции импортировала Молдова — 13,5%. Вступление России в ВТО дает возможность отечественным предприятиям расширить географию и объемы поставок за рубеж различных видов строительного камня.

Российский экспорт древесных плит сократился

Российская Федерация является постоянным экспортером древесных плит и фанеры. Объем совокупного экспорта всех видов древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит в натуральном выражении в 2011 г. сократился на 27,3%, в стоимостном выражении — на 10%. При этом объем экспорта клееной фанеры увеличился соответственно на 2 и 27%.

Российская Федерация экспортирует древесные плиты и фанеру во многие страны — субъекты бывшего СССР, а также в США, Египет и Германию. Крупнейшими импортерами ДСП являются Узбекистан, Киргизия и Азербайджан. Их совокупная доля в структуре российского экспорта в 2011 г. составляла почти 80%.

Основными потребителями российской клееной фанеры за рубежом являются США, Египет и Германия. На их долю приходится 35% объема российского экспорта клееной фанеры.

Членство России в ВТО окажет непосредственное влияние на рынок древесных плит и фанеры. Снижение вывозных таможенных пошлин на необработанную древесину в процессе присоединения России к ВТО послужит стимулом для увеличения объемов заготовки древесины и приведет к еще большей ориентации лесозаготовительной отрасли на экспорт. Это возможно будет способствовать сокращению инвестиционных проектов, направленных на производство продукции глубокой переработки древесины.

По материалам «РБК. Исследования рынков»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья — это сочинение небольшого размера (до 3-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 журнала «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.

В список литературы НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

В списках литературы ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–5 лет в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.
2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импортирование его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 — максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://www.rifsm.ru/page/7>



PLASTER UNDER CONTROL



Производство гипсового вяжущего

Вертикальный
обжиг

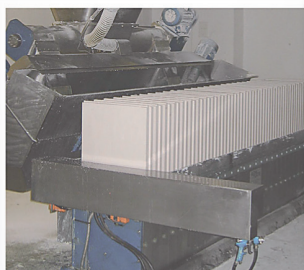
Тонкий помол



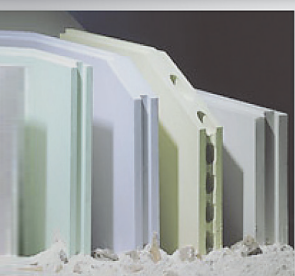
Производство гипсовых плит

Отделение
смешивания

Формование



Сушка ПГП



НОВЫЕ проекты

Пуск новой линии по производству
гипсовых плит

Гипсополимер - Пермь – июль 2012



PARIS HEAD OFFICE :

11, Boulevard Brune
75682 PARIS Cedex 14
FRANCE
Tél. : +33 (0)1.53.90.22.40
Fax : +33 (0)1.53.90.22.24

ANGERS

Z.A Les Landes - BP 50159
49481 ST SYLVAIN D'ANJOU CEDEX
FRANCE
Tél. : +33 (0)2.41.21.19.40
Fax : +33 (0)2.41.21.19.59

МОСКВА

Давев пер., 20
Давев плаза, офис 433
107045 Москва
Тел. (495) 604 – 81 – 86
Факс (495) 604 – 81 – 73

www.alphaplatre-france.com

ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ЧИСТЫЕ
ОТДЕЛОЧНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ



Чистое звучание интерьера

Плиты КНАУФ-Акустика

Новый продукт премиум-класса — звукопоглощающие гипсокартонные перфорированные плиты **КНАУФ-Акустика** — применяется для облицовки в конструкциях подвесных потолков, облицовки стен с целью улучшения акустических характеристик помещения и декоративной отделки.

 www.knauf.ru

KNAUF
Немецкий стандарт

По вопросам крупных оптовых поставок обращайтесь в сбытовые организации КНАУФ: КНАУФ МАРКЕТИНГ Красногорск, тел. +7 (495) 937 95 95; КНАУФ МАРКЕТИНГ Санкт-Петербург, тел. +7 (812) 718 81 94; КНАУФ МАРКЕТИНГ Новомосковск, тел. +7 (48762) 29 291; КНАУФ МАРКЕТИНГ Краснодар, тел. +7 (861) 267 80 30; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, тел. +7 (351) 771 02 09; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Новосибирске, тел. +7 (383) 355 44 36; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Иркутске, тел. +7 (3952) 290 032; КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Хабаровске, тел. +7 (4212) 31 88 33.