

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

**Главный редактор
издательства**
РУБЛЕВСКАЯ М.Г.

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.
ГОРНОСТАЕВ А.В.
ГУДКОВ Ю.В.
ЗАВАДСКИЙ В.Ф.
КОЗИНА В.Л.
СИВОКОЗОВ В.С.
УДАЧКИН И.Б.
ФЕРРОНСКАЯ А.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

Авторы
опубликованных материалов
несут ответственность
за достоверность приведенных
сведений, точность данных
по цитируемой литературе
и за использование в статьях
данных, не подлежащих
открытой публикации

Редакция
может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных и иллюстративных
материалов из нашего журнала
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 117997, Москва,
ул. Кржижановского, 13
Тел./факс: (095) 124-3296
124-0900
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

Е.В. Серегин. Подмосковные строители достойно встречают
75-летие Московской области 2

А.В. Назаров, Г.Р. Буткевич. Состояние горной отрасли
промышленности строительных материалов 6

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДЫ

В.Г. Гагарин, В.В. Козлов. Расчет сопротивления теплопередаче фасадов
с вентилируемым воздушным зазором 8

Е.В. Абрамова, О.Н. Будагин. Комплексный тепловизионный контроль
фактических теплотехнических показателей зданий 10

Теплофизика и экономика навесных фасадов 14

Е.М. Лунин, И.М. Баранов. Фиброцементные крупноразмерные
декоративно-отделочные плиты «МИНЕЛИТ» для облицовки
фасадов зданий 16

Теплое отношение к фасадам 18

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

А.В. Берговской, П.И. Мешков, В.Я. Фишелев. Материалы
для устройства полов фирмы «ЮНИС» – гарантия качества 20

А.С. Демянцевич. Новый этап развития ЗАО «Павловский завод
строительных материалов» 22

Дом за три месяца с использованием LindabConstruline® 23

А.Ю. Нелидов. Значение подкровельной гидроизоляции 24

И.А. Ксенофонтов, А.В. Веденеев. Пневматическая сушка
тонкодисперсных материалов в трубах-сушилках 26

ЭКОЛОГИЯ И ОТРАСЛЬ

В.И. Верещагин, В.М. Погребенков, Т.В. Вакалова. Использование
природного и техногенного сырья Сибирского региона в производстве
строительной керамики и теплоизоляционных материалов 28

Т.П. Белогурова, О.Н. Крашенинников. Утилизация вскрышных пород
Хибинских апатитонегелиновых месторождений в строительстве 32

Н.П. Лукутцова. Концентрирование естественных радионуклидов
в строительных материалах 38

В.А. Худяков, Л.В. Левицкая. Химически стойкие эпоксидные композиты 40

Л.А. Кройчук. Эффективная обработка измельченных отходов древесины 42

На асбестовом фронте без перемен. Пока. 44

Экология: образование, наука, промышленность и здоровье 46

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

О.Н. Матюхина. Применение экспресс-метода лазерной дифракции
для определения гранулометрии и прогнозирования свойств
вяжущих материалов 51

Первый симпозиум по строительным материалам КНАУФ для СНГ 54

В.И. Кершулис, И.Я. Гнип, С.А. Веялис. Теплопроводность легких
теплоизоляционных материалов в зависимости от их температуры 56

Российский архитектурно-строительный форум в Нижнем Новгороде 58

В.Ф. Завадский, Г.Н. Фомичева, И.В. Камбалина. Новый вид наполнителя
для ячеистого бетона 60

В.М. Никольский. Улучшение технологических характеристик гипса
с помощью иминодигантарной кислоты 62

О.В. Ильина, В.В. Хахинов. Термические свойства полимерных материалов
на основе полибензимидазолов 64

В.И. Виниченко, А.Г. Романовский. Тепловой эффект образования
гипсосодержащего клинкера 66

Сибирская строительная неделя в Омске 68

Дни современного бетона 70

Семинар «Опыт производства и применения ячеистого бетона
автоклавного твердения» 72

Дорогие строители и производители стройматериалов!



В этом году профессиональный праздник – День строителя – совпадает с 75-летием со дня образования Московской области. Развитие области, ее городов, населенных пунктов, промышленности, сельского хозяйства связано прежде всего со строительным комплексом Подмоскovie. Особенно бурное развитие Московская область получила в последние годы: строительство современного жилья, спортивных комплексов, сооружение дорог, мостов, инженерных коммуникаций и обустройство населенных пунктов ведутся высокими темпами и с хорошим качеством. Благодаря совершенствованию управления, растущим объемам финансирования и вашему самоотверженному труду строительная отрасль год от года набирает обороты, становится одним из наиболее динамично развивающихся секторов экономики Московской области, занимает лидирующие позиции в России.

Нынешний год также не исключение. Намечены высокие рубежи в строительстве жилья как элитного, так и доступного малообеспеченным слоям населения, и, я уверен, мы достигнем их. В производстве строительных материалов ширится ассортимент конкурентоспособной продукции на основе новых технологий и прогрессивного оборудования, так что отрасль практически не зависит от зарубежных поставок. Все это позволяет нам успешно выполнять сложные задачи, реализовывать приоритетные целевые программы.

Дорогие друзья, примите сердечные поздравления и наилучшие пожелания в День строителя! Благодарю вас за труд, за ваше участие в жизнеобеспечении населения Московской области. Желаю всем здоровья, благополучия, новых успехов в работе.

Заместитель председателя правительства Московской области
А.В. Горностаев



Е.В. СЕРЕГИН,
Министр строительства правительства Московской области,
заслуженный строитель Российской Федерации

Подмосковные строители достойно встречают 75-летие Московской области

Строительный комплекс Московской области является не только важной составляющей экономического потенциала, но и движущей силой, как принято говорить, локомотивом экономики и промышленности региона.

Закономерно, что развитию строительного комплекса правительством Московской области уделяется пристальное внимание. В настоящее время утверждена важнейшая областная целевая программа «Разработка Генерального плана развития Московской области на период до 2020 года», разработана и проходит последние этапы согласования программа «Жилище, инженерная и социальная инфраструктура Московской области на 2004–2010 годы», во исполнение которых сосредоточена деятельность архитекторов, проектировщиков, производителей строительных материалов и строителей.

Подводя предварительные итоги деятельности подмосковных строителей в I полугодии 2004 г., можно отметить, что предприятиями и организациями всех форм собственности введено 1,47 млн м² жилья, в том числе в многоэтажных домах – 436 тыс. м², или 100,7% и 101,6% к тому же периоду прошлого года соответственно. Населением за свой счет и с привлечением кредитов банков для индивидуального строительства построено 1,02 млн м², что составляет 70% в общем объеме введенного жилья и 100,3% к уровню I полугодия 2003 г.

В области развивается ипотечное кредитование. В I полугодии 2004 г. уже выдано 84 млн р, что в 1,4 раза больше, чем за все предыдущие годы, вместе взятые. Общая сумма выданных кредитов и займов составила 143 млн р, из них рефинансировано 30,5 млн р.

В настоящее время при правительстве Московской области создана рабочая группа во главе с министром экономики правительства Московской области В.Б. Крымовым, одной из задач которой является разработка областной программы «Развитие системы ипотечного жилищного кредитования в Московской области в 2004–2010 годах». Предполагается, что в течение 7 лет в соответствии с этой программой должны улучшить свои жилищные условия не менее 400 тыс. семей.

Малоэтажное строительство в Подмоскovie, которое составляет львиную долю вводимого жилья, осуществляется из кирпича и мелкоштучных блоков, а также из деревянных конструкций (панели заводского изготовления, брус, бревна). Большое внимание уделяется внедрению эффективных мелкозаглубленных конструкций фундаментов, сокращающих объемы земляных работ и расход стеновых материалов при их возведении.

Анализ структуры многоэтажного жилищного строительства в Московской области показал, что доля крупнопанельных зданий в общем объеме вводимого

жилья в последние годы сократилась в два раза. В то же время увеличилось строительство зданий кирпичных, монолитных и смешанных конструктивно-архитектурных схем. Проекты жилых домов, как правило, разрабатываются ЦНИИЭПжилища, КБ им. В.А. Якушева, а также Мосгражданпроектом, ЦНИИпромзданий, Промстройпроектом и др. Этажность домов в основном 5, 9, 10 этажей, точечных – 14, 16, 17 до 23 этажей при высоте этажа 2,8 м.

Тем не менее крупнопанельное домостроение имеет неплохие перспективы благодаря ряду преимуществ. Прежде всего это низкая себестоимость строительства. Квадратный метр жилой площади в панельном доме на 20% дешевле, чем в монолитном. Суммарные трудозатраты ниже на 25–30%, продолжительность строительства в 1,5–2 раза меньше. Кроме того, домостроительные комбинаты постоянно обновляют свои типовые серии, делая дома более привлекательными как с точки зрения архитектурной выразительности, так и в отношении внутренней планировки квартир и инженерного обустройства.

Крупнопанельные дома возводятся по проектам, разработанным: РААСН – ширококорпусные 14–17-этажные дома (патент РФ № 2048648); КБ им. В.А. Якушева – 17-этажные серии РД-90 и В-2000.

В области уделяется большое внимание благоустройству, архитектурной выразительности зданий и сооружений. Однако в последнее время на ряде областных объектов строительства отмечено низкое качество фасадов, причинами которого являются в основном субъективные факторы. В целях обеспечения долговечности, безопасности, надежности фасадов зданий и сооружений, создания выразительного архитектурного облика городов и поселков Московской области, а также решения проблем энергосбережения, сокращения затрат при эксплуатации зданий и сооружений Минмосoblстроеном подготовлено и утверждено постановление губернатора Московской области «О мерах по повышению качества фасадов зданий и сооружений в Московской области» (№ 101-ПГ от 28.05.2004 г.). В нем рекомендовано не допускать строительство многоэтажных жилых домов с окрашенными фасадами, при ремонте и реконструкции многоэтажных жилых домов с окрашенными фасадами использовать сертифицированные долговечные лакокрасочные материалы. Кроме того, ТСН «Порядок предпроектной и проектной подготовки строительства в Московской области» требуют обязательного включения в архитектурно-планировочное задание на разработку проектной документации на строительство многоэтажных жилых домов централизованного остекления лоджий и балконов.

Одним из наиболее болезненных вопросов остается проблема ветхого и аварийного жилого фонда. До конца 2004 г. будет ликвидировано порядка 706 тыс. м² ветхого

жилищного фонда, переселено 9,1 тыс. семей, что составляет более 22 тыс. человек. На реализацию программы уже затрачено более 3 млрд р за счет всех источников финансирования.

Программа реально заработала благодаря тому, что удалось увеличить объемы массового жилищного строительства. Кроме того, одним из определяющих факторов является переход к системе комплексной, микрорайонной застройки с обязательным заключением инвестиционных контрактов. Минмосoblстрой осуществляет контроль за реализацией программы, и для этого на стадии подписания инвестиционных контрактов составляется график переселения граждан из ветхого жилищного фонда с конкретными сроками и адресами переселения, который является неотъемлемой частью инвестиционного контракта.

Увеличение жилищного строительства сопровождается развитием инфраструктуры. С начала 2004 г. введены в действие объекты соцкультбыта: терапевтический корпус в Клинской городской больнице на 175 коек и травматологический пункт в центральной районной больнице в г. Химки на 30 посещений в смену; клуб в Коломенском районе на 380 мест. Проложено 320 км газопроводов, построено котельных на 7,58 Гкал/ч. Сдано в эксплуатацию 18,8 тыс. номеров городских АТС и 860 номеров АТС в сельской местности.

Создание спортивно-культурных комплексов продолжает оставаться важнейшей задачей, которую ставит перед строителями правительство Московской области. С 2000 г. целенаправленно реализуется государственная политика в сфере физической культуры и спорта в рамках целевой программы. Губернатором Московской области определен перечень спортивных комплексов, которые должны быть построены до 2005 г. В I полугодии 2004 г. введены в эксплуатацию плавательный бассейн на 240 м² зеркала воды в Мытищинском районе; стадион в Серебряно-Прудском районе на 3 тыс. посадочных мест; спортивное сооружение с искусственным льдом площадью 6,4 тыс. м² и ледовый дворец «Русский витязь» на 1,3 тыс. посадочных мест в г. Чехове; учебно-тренировочный зал площадью 2,94 м² в г. Реутове; многофункциональный спортзал для Деденевской средней школы на 200 мест в Дмитровском районе; крытый каток с искусственным льдом на 500 посадочных мест в г. Можайске; гостиница на 60 мест для специализированной детско-юношеской школы олимпийского резерва по лыжным гонкам «Истина» в д. Головино Истринского района.

Опыт строительства спортивных сооружений является предметом постоянного изучения и обсуждения среди специалистов на различных совещаниях, конференциях и семинарах, часто с выездом на объекты.

Предприятия стройиндустрии и промышленности строительных материалов Московской области полностью



Жилой комплекс «Былина» построен ГК «Стройтекс» в г. Мытищи. Всего год назад на этом объекте показывали свое мастерство участники конкурса «Мастер-строитель»



В январе открылся самый современный в России по техническому оснащению выставочный центр «Крокус Экспо», который включает четыре павильона общей площадью 43,9 тыс. м²



Губернатор Московской области Б.В. Громов закладывает символическую капсулу в строительство крупнейшего в России стекольного завода английской фирмы «Пилкингтон» (д. Жуково, Раменский район)



В январе в г. Егорьевске запущен завод по производству теплоизоляции из стекловолны, построенный французским концерном «Saint-Gobain»; мощность первой линии 1,5 млн м³



В апреле в г. Красногорске запущен крупнейший в Европе завод сухих смесей на цементном вяжущем и жидких стройпродуктов мощностью 200 тыс. т, построенный немецкой фирмой КНАУФ



В июне на ОАО «Ли́ра Керамика» (п. Фряново Щелковского р-на) запущена новая линия настенной керамической плитки мощностью 2,5 млн м² в год

обеспечивают строительство необходимыми конструкциями и изделиями. За первое полугодие 2004 г. предприятиями промышленности строительных материалов области произведено продукции на сумму 10,85 млрд р, что составляет 122,3% к соответствующему периоду 2003 г. В том числе крупными и средними предприятиями — на сумму 9,54 млрд р.

В I полугодии 2004 г. введены новые мощности по выпуску строительных материалов:

- завод теплоизоляционных материалов на основе стекловолны мощностью 1,5 млн м³ в год в г. Егорьевске (ОАО «Сан-Гобэн Изовер»);
- завод сухих строительных смесей на цементном вяжущем в г. Красногорске (ОАО «Кнауф гипс Красногорск»);
- линия ламинированной плиты мощностью 120 тыс. м³ в год в Егорьевском районе (ООО «Кроношпан»);
- линия пенополиуретанового утеплителя для труб мощностью 1,5 тыс. м³ в смену в г. Воскресенске (ООО «Изотеп»);
- линия кассетного производства стеновых железобетонных панелей с утеплением в г. Сергиев Посад (ООО «100 КЖИ»).

Увеличены производственные мощности крупных подмосковных производителей. На ОАО «Ли́ра керамика» (п. Фряново) расширено производство облицовочной плитки, запущена линия по производству декоративных элементов. На ОАО «Мосметаллоконструкция» (г. Видное) введена дополнительная линия окраски профиля.

Кроме решения жилищной проблемы как одной из стратегических задач, есть другая не менее, а возможно и более важная задача — это разработка «Генерального плана развития Московской области».

В первом полугодии завершены работы по первым этапам экономического обоснования территориально-пространственного развития Московской области «Анализ современного состояния территориально-пространственного развития экономики Московской области» и территориальной комплексной схемы градостроительного планирования развития территории Московской области.

Начата разработка «Градостроительного кодекса Московской области», проведено экономическое обоснование территориально-пространственного развития Московской области и анализ сложившейся градостроительной ситуации на основе экологоградостроительной оценки территории в зонах особого градостроительного регулирования Московской области

Ведя разговор о достижениях строительного комплекса, его ближайших задачах и перспективах, нельзя не остановиться на очень важном факте. В переломный момент социально-экономических преобразований в России была сохранена система учебных заведений Министерства строительства Московской области. Учебный комплекс Минмособлстроя включает четыре колледжа и три региональных учебных центра. Это кузница рабочих кадров, где идет обучение по многим рабочим специальностям, которые требуются в строительстве: каменщики, сварщики, бетонщики, крановщики, монтажники, электрики и др.

Главная и первоочередная задача образовательных учреждений — подготовка конкурентоспособных специалистов для предприятий Минмособлстроя. Современные строительные технологии развиваются быстрыми темпами, повышаются требования к качеству и надежности выполнения строительных работ, поэтому обеспечение квалифицированными профессиональными кадрами имеет большое значение.

Сердечно поздравляю многочисленные коллективы предприятий и организаций строительного комплекса с профессиональным праздником День строителя и благодарю за созидательный труд. Желаю вам и вашим семьям здоровья, благополучия и новых творческих и трудовых успехов.

Состояние горной отрасли промышленности строительных материалов

Начиная с 1999 г. в стране наблюдается рост промышленного производства. Это отразилось на выпуске строительных материалов, в том числе производимых на основе минерального сырья. В 2003 г. в промышленности нерудных строительных материалов (НСМ) зафиксирован некоторый спад (табл. 1). При этом, по данным ФГУП «ВНИПИИстромсырье», доля НСМ продолжает сохраняться на уровне 70% производимой горными предприятиями отрасли продукции.

Темпы роста объемов производства на малых предприятиях превышают средние значения по отрасли. Их доля в общем объеме производства в большинстве подотраслей промышленности строи-

тельных материалов увеличивается. Так, в 2001 г. малые предприятия произвели 8,3% нерудных строительных материалов, а в 2002 г. — 9,8%. При общем сокращении производства НСМ за этот период на 2,5% на малых предприятиях выпущено продукции на 15% больше.

К настоящему времени цены на отечественные строительные материалы приближаются к мировым. В основном из-за более высоких ресурсоемкости и удельных затрат на их производство по сравнению с передовыми странами. При этом значительная часть отечественных строительных материалов уступает по качеству зарубежным аналогам. Доля промышленности строительных материалов и ее основных подотраслей в общем объе-

ме производства за последние годы практически не изменяется (табл. 2).

Импорт НСМ, преимущественно щебня из прочных изверженных пород, находится на уровне 3%. Однако объем импорта изделий из природного камня превышает 20%. Наиболее экспортоориентированной продукцией является асбест — более половины его выпуска.

Степень износа технологического оборудования большинства горных предприятий достигла 70–80%. Производить реконструкцию и строить новые технологические линии в основном имеют возможность предприятия, которые производят щебень из прочных изверженных пород и облицовочные изделия из природного камня.

Число крупных и средних предприятий, учитываемых Госкомстатом России, в большинстве горных подотраслей из года в год сокращается. Хотя имеются отдельные примеры освоения новых месторождений.

Производительность труда в отрасли остается низкой (по карьерам промышленности нерудных строительных материалов примерно в 10 раз ниже, чем в США), а энергоемкость неоправданно высокой.

Структура материальных затрат на горных предприятиях за последние годы не претерпела существенных изменений. Наибольшую часть составляют затраты на оплату труда и энергоносители. Для большинства подотраслей доля затрат на энергоносители колеблется в пределах 15–16%. Исключение составляют карьеры, производящие известняковую и доломитовую муку, вследствие высокой энергоемкости ее сушки, а также предприятия асбестовой промышленности. Затраты на потребление воды колеблются в пределах 0,1–0,5%, достигая 0,7% при добыче неметаллорудных ископаемых.

На горных предприятиях отрасли в недостаточной степени используются различные виды природных ресурсов; техногенных ресурсов, создаваемых в процессе ведения горных работ и переработки минерального сырья; вторичное сырье. Объем выпуска щебня из металлургических шлаков составляет около 4 млн м³, а щебня и дробленого песка из строительных отходов — приблизительно 150 тыс м³.

Показатели производства за 2003 г.

Таблица 1

Материал	2003 г.	2002 г.	2003/2002, %
Строительные материалы, всего	–	–	106,4
Цемент, млн т	40,1	37,8	108,7
Минеральная вата, млн м ³	9	7,4	121,2
Стеновые материалы, в том числе кирпич, млн шт. усл. кирпича	13,6	13,9	97,8
НСМ, млн м ³ , в том числе щебень и гравий	186,3 114,6	191,8 111,2	96,6 103

Таблица 2

Выпуск продукции и оказание услуг промышленного характера в 2002 г.

Отрасль промышленности	Фактически, млн р.	Доля, %	Темп роста в фактических ценах, %
Промышленность, все отрасли	6867,9	100	116,8
Строительных материалов	176,3	2,57	120,9
Цементная	21,6	0,31	128,9
Сборного железобетона	55	0,8	117,6
Строительной керамики	7,5	0,11	138,4
Нерудных строительных материалов	12,8	0,19	111
Добыча и обработка природного камня	2,5	0,036	120,7
Известняковых, гипсовых и местных вяжущих материалов	7,4	0,11	122,5
Пористых заполнителей	0,58	–	125,8
Асбестовая	3,8	0,055	120,8
Неметаллорудная	0,58	–	98,4
Стекольная	21,3	0,031	120,6

Структура материальных затрат на производство и реализацию продукции за 2002 г. в процентах

Отрасль промышленности	Сырье и материалы	Покупные изделия	Работы и услуги сторонних организаций	Топливо	Энергия
Промышленность, все отрасли	31,9	6,5	7,2	6,2	7,5
Строительных материалов	39,5	1,8	7,2	7,7	7,5
Добычи цемсырья	53,7	3,8	7,6	14,2	0,3
Производства цемента	20,7	2,4	9	22,7	16,5
Железобетонных изделий	48,4	1,5	7,1	3,4	5,1
Строительного кирпича и керамики	26	2,4	7,1	9,5	7,8
Добыча керамического сырья	9,8	–	25,2	13,1	2,1
Производства строительной керамики	43	2,3	4,5	4,4	5,4
Нерудных строительных материалов	22,9	1,1	11,7	8,1	7,6
Добычи природного камня для облицовочных изделий	26,2	2	11,1	5,6	5,9
Производства облицовочных материалов из природного камня	56	1,2	5,9	2,6	2,9
Пористых заполнителей	28,7	–	8,5	11,4	7
Известняковых, гипсовых и местных вяжущих материалов	41	2,1	6,5	6,4	5,5
Добычи известкового и гипсового камня	27,7	1	9,7	10,8	7
Производства извести, гипса и др. местных вяжущих материалов	45,4	2,6	5,8	4,8	4,9
Известняковой и доломитовой муки	33,1	–	5,8	10,9	8,1
Асбестовая	16,2	–	4,2	5,2	15,1
Добычи неметаллических руд	13,8	2,4	7,4	8,2	9,7
Производства изделий из неметаллических руд	32,1	1,6	2,7	3,8	10,9

Это во много раз меньше, чем в европейских странах и США.

Положительным примером служит асбестовая промышленность, на предприятиях которой производится за год более 5 млн м³ НСМ при объеме горных работ около 100 млн т. Однако отсеvy дробления, несмотря на их невысокую стоимость, в основном направляются в отвалы.

Следует отметить, что по потреблению на одного жителя различных строительных материалов Россия продолжает заметно отставать от развитых государств. Так, на одного жителя в России производится 1,3 м³ НСМ (в 4 раза меньше, чем в СССР) против 3–4 в Англии и 7–8 в США.

Для успешного развития горной отрасли промышленности строительных материалов необходимо (с учетом дальней перспективы): выработать техническую политику развития горной отрасли в соответствии с запросами отраслей – потребителей минерально-сырьевой продукции; развивать малые предприятия и совершенствовать правовую базу их функционирования; шире вовлекать в производство строительных материалов вторичные ресурсы, в частности отсеvy дробления скальных горных пород.

XI международная конференция Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий промышленности строительных материалов

7–9 сентября 2004 г.

Санкт-Петербург

Организаторы

Госстрой России, Госгортехнадзор России, РНТО строителей, Академия горных наук, Горный совет Северо-Западного федерального округа, НП «Горнопромышленники России», ФГУП «ВНИПИИСтромсырье» и научно-производственная корпорация «Механобр-техника»

Основные темы конференции

- Минеральные и альтернативные сырьевые ресурсы
- Охрана природной среды
- Технология горных работ
- Технология переработки различных видов сырья
- Новое оборудование и приборы
- Экономика и инвестиции
- Требования потребителей к продукции горных предприятий

Приглашаем принять участие в работе конференции

РНТО строителей

Тел.: (095) 917 70 38, факс: (095) 917 29 26

ФГУП «ВНИПИИСтромсырье»

Тел.: (095) 917 42 15, факс: (095) 916 37 33

НПК «Механобр-техника»

Тел.: (812) 331 02 48, факс: (812) 325 62 02

E-mail: gornyi@peterlink.ru

УДК 536.2.083

В.Г. ГАГАРИН, д-р техн. наук, В.В. КОЗЛОВ, научн. сотрудник, НИИ строительной физики (Москва)

Расчет сопротивления теплопередаче фасадов с вентилируемым воздушным зазором

Ограждающие конструкции с вентилируемыми воздушными прослойками давно использовались при строительстве зданий. Они применялись для нормализации влажностного режима или для снижения перегрева от солнечной радиации, поэтому их теплофизические свойства исследовались с этих точек зрения в работах советских теплофизиков. Основным отличием фасадов с вентилируемым воздушным зазором от давно известных стен с вентилируемой воздушной прослойкой является наличие в зазоре мощного теплоизоляционного слоя, металлической подконструкции и облицовочного слоя. Кроме того, фасады с вентилируемым воздушным зазором применяются в многоэтажных зданиях высотой в десятки метров, что также определяет специфику их теплофизических свойств.

Фасады с вентилируемым воздушным зазором следовало бы применять в первую очередь для достижения архитектурных целей. Однако основная цель, которой обосновывается в настоящее время их применение, — повышение теплозащиты ограждающих конструкций зданий с *нормальным* температурно-влажностным режимом до уровня нормативных требований, введенных изменением № 3 СНиП II-3-79*. Следовательно, характеристики теплозащиты должны рассчитываться и контролироваться в первую очередь. Однако такие расчеты часто проводятся весьма приближенно или не проводятся совсем, несмотря на насыщенность конструкции теплопроводными включениями.

Известные методы расчетов не учитывают такого количества теплопроводных включений. Поэтому для анализа теплозащитных свойств фасадов с вентилируемым воздушным зазором эти методы должны быть модифицированы.

Основной характеристикой теплозащиты ограждающих конструкций является приведенное сопротивление теплопередаче (R_o^{np}). На стадии проектирования эта характеристика является расчетной и определяется уравнением (1) из СНиП II-3-79* [1]:

$$R_o^{np} = \frac{t_g - t_n}{q}, \quad (1)$$

где t_g, t_n — температура внутреннего и наружного воздуха соответственно, °C; q — плотность потока теплоты через конструкцию, Вт/м².

Фасады с облицовкой на отnose имеют более сложную картину теплопередачи, чем предусмотрена в СНиП II-3-79* этой формулой. Имеются два участка с различной природой теплопереноса, которые приходится рассчитывать отдельно. Поэтому представляется целесообразным закрепить в базовом уравнении двухкомпонентность переноса теплоты:

$$R_o^{np} = \frac{t_g - t_n}{q} = R_{CHuII}^{np} + R_{зазора}^{эф} = R_o^{усл} \cdot r + R_{зазора}^{эф}, \quad (2)$$

где R_{CHuII}^{np} — приведенное сопротивление теплопередаче конструкции стены с утеплителем, определяемое в соответствии со СНиП II-3-79* (без учета воздушного зазора), м²·°C/Вт; r — коэффициент теплотехнической однород-

ности конструкции; $R_{зазора}^{эф}$ — эффективное сопротивление теплопередаче воздушного зазора, м²·°C/Вт.

Первое слагаемое в правой части формулы (2) описывает теплопередачу через стену с утеплителем с теплопроводными включениями, второе слагаемое — через воздушный зазор и облицовку. В случае отсутствия облицовки на отnose и воздушного зазора второе слагаемое исчезает и из (2) получается привычная для специалистов формула:

$$R_o^{np} = R_{CHuII}^{np} = R_o^{усл} \cdot r = \left(\frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_i + \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot r. \quad (3)$$

Важно отметить, что в R_{CHuII}^{np} по формуле (3) учитывается α_n , принимаемое по СНиП II-3-79*, а не расчетное значение коэффициента теплоотдачи поверхностей в зазоре $\alpha_{заз}$, которое должно было бы учитываться при расчете сопротивления теплопередаче стены с утеплителем. Так сделано для того, чтобы величина R_{CHuII}^{np} полностью совпадала с расчетной величиной, определяемой по СНиП II-3-79*. Эффект от снижения $\alpha_{заз}$ по сравнению с α_n учитывается при расчете $R_{зазора}^{эф}$.

Величина $R_{зазора}^{эф}$ изменяется по высоте зазора. Анализ процессов теплопередачи в воздушном зазоре позволил получить формулу для расчета $R_{зазора}^{эф}$:

$$R_{зазора}^{эф} = R_{CHuII}^{np} \frac{t_{заз} - t_n}{t_g - t_{заз}} + \left(\frac{1}{\alpha_{заз}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{заз}}, \quad (4)$$

где $\alpha_{заз}$ — коэффициент теплообмена в воздушном зазоре, Вт/(м²·°C); $t_{заз}$ — температура воздуха в воздушном зазоре, °C.

Поскольку в настоящее время сопротивление теплопередаче нормируется исходя из требований энергосбережения, то при расчете энергоэффективности здания следует использовать значение R_o^{np} , определяемое по формуле (2) и усредненное по всей высоте непрерывного воздушного зазора. Такая характеристика фасада обозначается в дальнейшем $R_o^{np, ср}$. Рассчитывать ее следует при средней температуре отопительного периода. Такой подход позволит максимально учесть процессы теплопередачи, происходящие в конструкции.

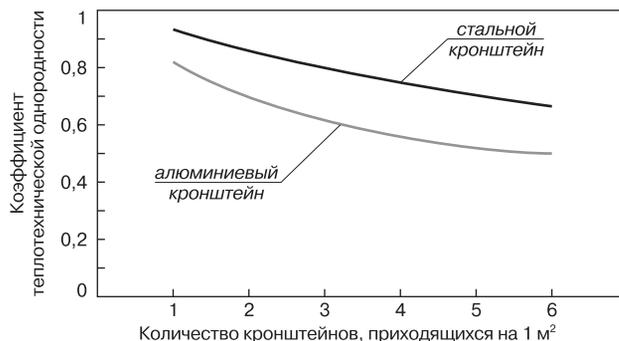


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности от количества кронштейнов, приходящихся на 1 м² фасада. Площадь поперечного сечения кронштейна 2 см²

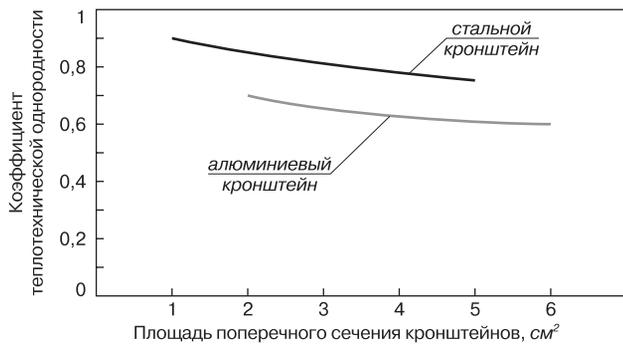


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности от площади поперечного сечения кронштейнов. Количество кронштейнов на 1 м² фасада равно 2

Для расчета приведенного сопротивления теплопередаче конструкции $R_{СНП}^{пр}$ необходимо знать два параметра: $R_{с,о}^{ст}$ и r . Расчет $R_{с,о}^{ст}$ для части конструкции без воздушного зазора хорошо известен. Расчет коэффициента теплотехнической однородности части конструкции r имеет ряд особенностей. Методика такого расчета должна учитывать многообразие форм кронштейнов, применяемых в различных системах, их количество, подконструкции, расположенные в зазоре, и облицовку.

Теоретически такая задача решается расчетом трехмерного температурного поля. Однако даже в этом случае учесть все факторы не представляется возможным: сложная форма кронштейна, разнообразные вставки, клепки, болты, направляющие, кляммеры настолько усложняют расчетную схему, что для систематического решения практических задач она становится непригодной. Наиболее значительным упрощением при решении данной задачи является отказ от внесения в расчетную схему сложных элементов (кляммеров, направляющих, плит облицовки) и учет их влияния граничными условиями. Вторым упрощением является переход к цилиндрическим координатам [2].

Для иллюстрации возможностей методики определим влияние некоторых факторов на коэффициент теплотехнической однородности конструкции. Рассмотрим следующую конструкцию: стена из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_x = 0,81$ Вт/(м·°С) и толщиной $\delta_x = 0,25$ м (соответствует кладке из полнотелого керамического кирпича), слой теплоизоляции толщиной $\delta_y = 0,15$ м из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_y = 0,05$ Вт/(м·°С) (примерно соответствует минераловатным плитам). Другие параметры варьировались при проведении расчетов. Сопротивление теплопередаче по глади рассматриваемой конструкции составляет 3,53 м²·°С/Вт. Критическое значение коэффициента теплотехнической однородности, ниже которого приведенное сопротивление теплопередаче конструкции менее 2,68 м²·°С/Вт (требуемое значение для административных зданий в Москве по табл. 16 СНиП II-3-79*), составляет $r_{кр} = 0,76$.

На рис. 1 представлены результаты расчетов коэффициентов теплотехнической однородности при изменении количества кронштейнов, приходящихся на 1 м² фасада. Площадь поперечного сечения кронштейна принята равной 2 см². Количество кронштейнов n_k существенно влияет на значение r : при увеличении n_k от 1 до 4 величина r снижается с 0,93 до 0,76 в случае выполнения кронштейнов из стали и с 0,83 до 0,56, если кронштейны выполнены из алюминия. В действительности величина n_k вряд ли будет ниже 1,5–2, а в большинстве случаев n_k будет более 3. В таких случаях значение r будет менее 0,8, если кронштейны выполнены из стали, и менее 0,6, если кронштейны выполнены из алюминия.

Из других параметров, влияющих на значение коэффициента теплотехнической однородности, наиболее значимым является площадь поперечного сечения кронштейнов.

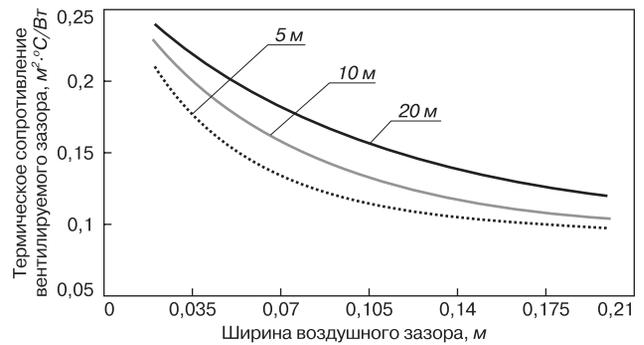


Рис. 3. Зависимость эффективного термического сопротивления воздушного зазора $R_{зазора}^{эф}$ от ширины зазора d при различной высоте фасада L

штейнов. На рис. 2 представлены результаты расчетов при изменении площади поперечного сечения кронштейнов. При этом количество кронштейнов, приходящихся на 1 м² фасада, принято равным $n_k = 2$.

Для расчета $R_{зазора}^{эф}$ необходимо проводить совместный расчет температуры и скорости движения воздуха в зазоре. Расчет теплообмена в вентилируемом воздушном зазоре является сложной задачей. Между поверхностями облицовки и теплоизоляции осуществляется лучистый теплообмен с зависящим от температуры коэффициентом. Конвективный теплообмен осуществляется между воздухом в зазоре и элементами конструкции, коэффициенты которых зависят от скорости движения воздуха, температуры воздуха и элементов конструкции. Скорость движения воздуха в зазоре, в свою очередь, зависит от его средней температуры. А расчет температуры предполагает знание скорости движения воздуха и коэффициентов теплообмена в воздушном зазоре. Нелинейная взаимосвязь расчетных параметров, включающая эмпирические уравнения, не позволяет получить их расчетные формулы. Поэтому расчет температуры воздуха и других параметров в воздушном зазоре следует проводить численно итерационным методом. В результате такого расчета определяется температура, скорость движения воздуха и другие параметры теплообмена в зазоре.

Кратко эта методика описана в [2]. Расчет по ней позволяет получить зависимости $R_{зазора}^{эф}$ от различных параметров. Например, на рис. 3 представлена такая зависимость от ширины воздушного зазора при различных значениях высоты фасада. Из рисунка видно, что значение $R_{зазора}^{эф}$ не превышает 0,25 м²·°С/Вт. В некоторых случаях это добавление к сопротивлению теплопередаче конструкции может оказаться значимым, поскольку может удовлетворить требования по энергосбережению.

Таким образом, теплозащитные свойства фасадов с вентилируемым воздушным зазором зависят не только от толщины применяемого теплоизоляционного материала и его теплопроводности, но и от ряда других параметров, из которых являются определяющими количество кронштейнов и их материал.

При проектировании фасадов необходимо проводить достаточно полные расчеты теплозащитных характеристик конструкций для объективной оценки используемых систем. Это будет способствовать техническому совершенствованию систем фасадов с вентилируемым воздушным зазором и удовлетворению требуемых норм теплозащиты.

Список литературы

1. СНиП II-3-79*. Нормы проектирования. Ч. II. Строительная теплотехника. М., 1998.
2. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Расчет теплозащиты фасадов с вентилируемым воздушным зазором // Журнал АВОК. 2004. № 2, 3.

Е.В. АБРАМОВА, канд. техн. наук, О.Н. БУДАДИН, д-р техн. наук,
Технологический институт энергетических обследований,
диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО» (Москва)

Комплексный тепловизионный контроль фактических теплотехнических показателей зданий

Создание современных зданий и проведение реконструкции эксплуатируемого фонда с учетом нормативных требований энергопотребления возможно при обеспечении высокой культуры проектирования и производства, использовании современных материалов и технологий, а также при своевременной и обязательной диагностике реального состояния объектов.

Новая редакция СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» предусматривает заполнение энергетического паспорта здания с указанием нормативных, проектных и фактических показателей на стадиях разработки проекта, сдачи строительного объекта в эксплуатацию, эксплуатации объекта.

В настоящее время определение теплоэнергетических параметров наружных ограждающих конструкций зданий регламентируется рядом документов [1–3].

СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» предлагает теплотехнические показатели здания определять по ГОСТ 31166–2003 «Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи» (введен в действие с 1.07.2003).

Метод основан на прямых измерениях температуры воздуха внутри помещения и снаружи вблизи испытуемой ограждающей конструкции и определении средней величины теплового потока, протекающего через участок стены, ограниченный измерительным прибором.

Как показали проведенные исследования, метод применим для определения сопротивления теплопередаче строительных конструкций только в условиях лабораторных исследований и практически неприменим в натурных условиях, так как не решает ряда принципиальных задач:

- не учитывает процессов нестационарной теплопередачи в строительных конструкциях в реальных условиях эксплуатации;
- не обеспечивает необходимую пространственную разрешающую способность – может быть использован при минимальных размерах контролируемых фрагментов стен $2 \times 2 \text{ м}^2$, при этом на этой площади конструкции не должно быть светопрозрачных конструкций, перекрытий и других элементов, име-

ющих отличное от контролируемого фрагмента сопротивления теплопередаче;

- остается открытым вопрос о влиянии обрамления оконных проемов, перекрытий и других конструктивных элементов, являющихся мостиками холода, на величину приведенного сопротивления теплопередаче;
- не определено, как крепить громоздкий прибор в середине стены таким образом, чтобы обеспечить требуемую погрешность измерений;
- рекомендуемый список применяемого оборудования не отвечает современным требованиям и др.

Следует отметить, что неотмененный ГОСТ 26254–84 [1] имеет более широкую область применения по размерам и типам ограждающих конструкций, однако погрешность определения сопротивления теплопередаче в реальных климатических условиях с его использованием может достигать 400%.

Определение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций зданий с высокой эффективностью может производиться на основе анализа их температурных полей комплексным тепловизионным методом. Это обусловлено тем, что при эксплуатации здания в период отопительного сезона существует температурный перепад между внутренним и наружным воздухом, поэтому наличие различных дефектов, повреждений, конструктивных элементов, имеющих отличное от основного материала сопротивление теплопередаче, будет регистрироваться как зоны с аномальными температурами, качественный и количественный анализ которых позволяет идентифицировать их по признакам дефект-качество. Определение количественных значений теплотехнических характеристик ограждающих конструкций в реальных условиях эксплуатации наряду с бесконтактной регистрацией температурных полей всей ограждающей конструкции требует измерения температуры в конкретных точках контактными приборами в течение определенного периода времени, последующего анализа контактных и бесконтактных измерений с использованием физико-математических моделей процесса нестационарной теплопередачи через контроли-

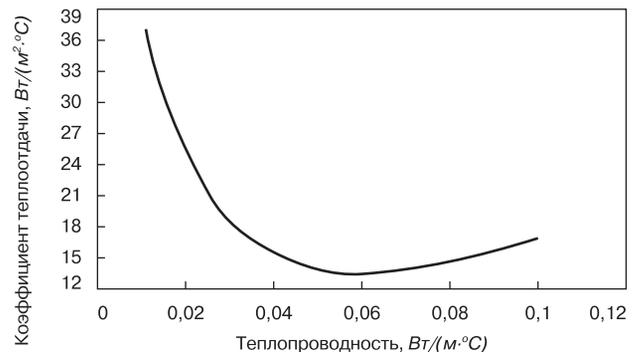
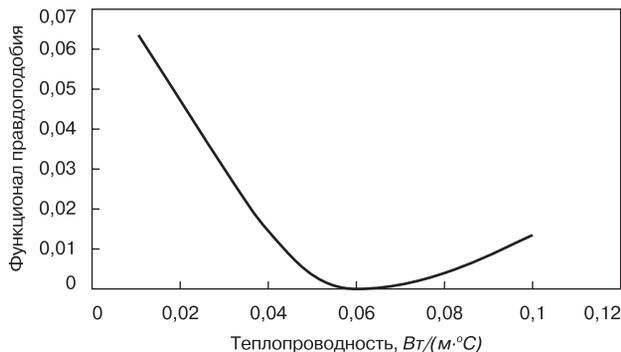


Рис. 1. Определение теплопроводности теплоизолирующего слоя по минимуму функционала правдоподобия между расчетными и экспериментальными данными в результате решения обратной задачи нестационарной теплопроводности

руемую конструкцию и решения соответствующих обратных задач.

В Москве проведение тепловизионных обследований с определением фактических значений приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций согласно МГСН 2.01–99 [3] является обязательным в течение нескольких лет и во многом повлияло на повышение качества строительных объектов. Например, по результатам контроля строительных конструкций в реальных условиях эксплуатации, проведенного в 2000–2003 гг. Технологическим институтом энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО», качество строительства объектов по теплотехническим параметрам, сланных в эксплуатацию в 2003 г., улучшилось ориентировочно на 50%.

Для определения фактического состояния строительных объектов разработана и внедрена в практику технология комплексного теплового (тепловизионного) обследования зданий и строительных сооружений в реальных условиях эксплуатации (в летний и зимний периоды) с определением характеристик, включающая:

- энергетические обследования строительных конструкций (с определением приведенного сопротивления теплопередаче по стенам и окнам);
- определение положения точки росы и координаты плоскости промерзания;
- определение остаточного ресурса здания при аварийном отключении теплоснабжения;
- выдачу рекомендаций по необходимым мероприятиям для устранения сверхнормативных теплопотерь на участках их обнаружения.

Технология включает в себя методики проведения измерений и обработки результатов, комплекс программно-аппаратных средств определения теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций строительных сооружений в реальных условиях эксплуатации [4, 5] с погрешностью не более 15%. В ее основе лежит решение обратной задачи теплового неразрушающего контроля в многослойной пространственной области с подобластями, имитирующими дефекты, в условиях нестационарного процесса теплопередачи, состоящей в сравнении расчетных и экспериментальных данных и принятии решения о теплотехнических параметрах ограждающей конструкции в момент нахождения минимума разброса между ними.

На основании полученных реальных значений приведенного сопротивления теплопередаче с эксперимен-

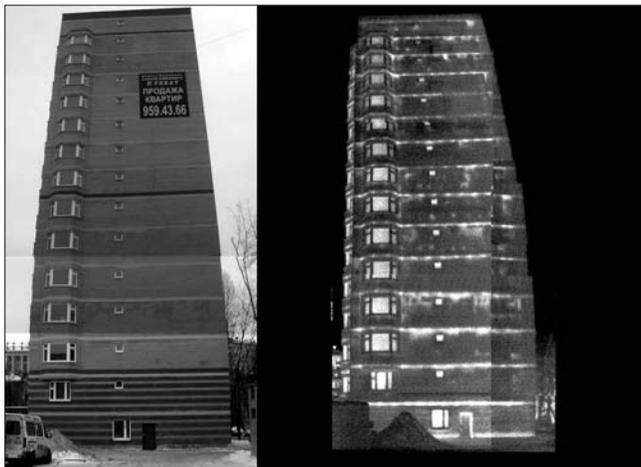


Рис. 2. Фотография и термограмма торцевой части монолитного жилого здания с трехслойными стенами: штукатурка – 20 мм; бетон ячеистый – 300 мм; пенополистирол ПСБС-35 – 100 мм; кирпичная кладка – 120 мм. Повышенные теплопотери наблюдаются через межэтажные перекрытия. $R_{\text{факт}} = 3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ($\pm 15\%$)

тально определенными начальными и граничными условиями, определения точки росы, положения плоскости промерзания и определения теплового состояния строительной конструкции при аварийном отключении теплоснабжения (с определением максимально допустимого интервала времени отключения) делают выводы о фактическом техническом состоянии контролируемого объекта и дают рекомендации по приведению его к нормативным требованиям.

Технология комплексного обследования зданий и строительных конструкций включает в себя три основных этапа.

Этап 1. Регистрация первичной информации с контролируемого объекта в реальных условиях его эксплуатации: температурные истории окружающей среды и контролируемого объекта, влажностные характеристики и др. и ее предварительная компьютерная обработка.

Этап 2. Определение теплотехнических характеристик обследуемого объекта: приведенного сопротивления теплопередаче по стенам и окнам, точки росы и положения плоскости промерзания, теплового состояния строительной конструкции при аварийном отключении теплоснабжения с определением максимально допустимого интервала времени отключения.

Этап 3. Подготовка отчетных материалов и заключений с оформлением вкладыша к энергетическому паспорту здания.

Технология определения фактического значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций состоит в следующем. На осно-

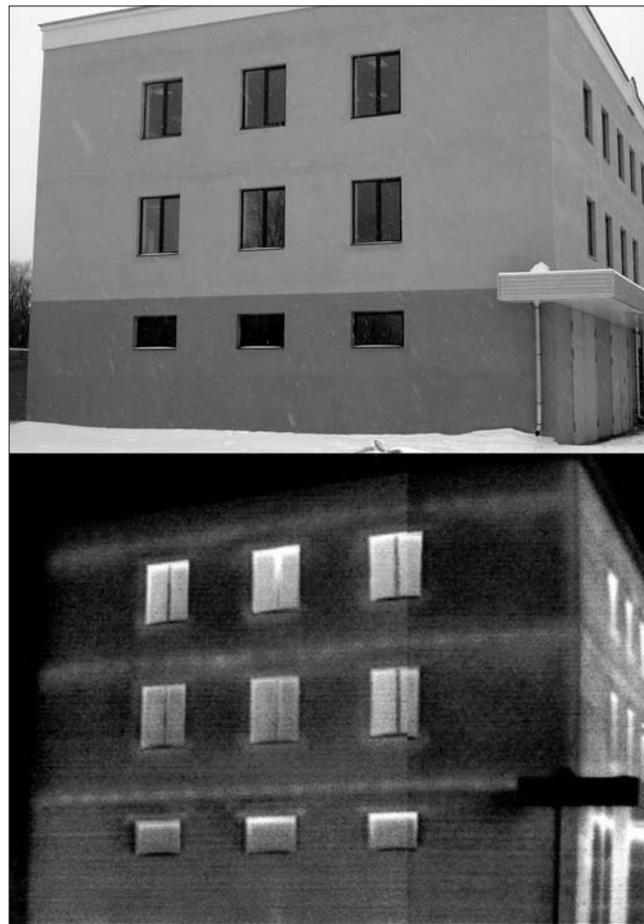


Рис. 3. Фотография и термограмма торцевой части монолитного административного здания с трехслойными стенами: штукатурка – 30 мм; ячеистобетонные блоки ($\gamma = 400 \text{ кг}/\text{м}^3$) – 500 мм; лицевой керамический кирпич – 120 мм. Дополнительными источниками теплопотерь являются межэтажные перекрытия и обрамление оконных блоков. $R_{\text{факт}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ($\pm 15\%$)



Рис. 4. Фотография и термограмма части фасада монолитного жилого здания с трехслойными стенами: штукатурка – 20 мм; кирпич полнотелый М100 – 240 мм; утеплитель ПСБ-С М25 – 150 мм; кирпич полнотелый М100 – 120 мм; штукатурка – 30 мм. Дополнительными источниками теплопотерь являются межэтажные перекрытия. $R_{\text{факт}} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ($\pm 15\%$)



Рис. 5. Фотография и термограмма части фасада панельного жилого здания серии П-44Т с трехслойными стенами: тяжелый бетон – 75 мм; утеплитель ПСБ марки 15А – 130 мм; мелкозернистый бетон ($\gamma = 2300 \text{ кг}/\text{м}^3$) – 75 мм; керамическая плитка – 15 мм. Дополнительными источниками теплопотерь являются межпанельные швы, угловые соединения панелей, шпонки (дискретные связи), места соединения эркеров с фасадом. $R_{\text{факт}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ($\pm 15\%$)

вании анализа проектной документации определяют так называемые реперные зоны на наружных ограждающих конструкциях по глади стены при отсутствии мостиков холода.

С внутренней и наружной сторон ограждающей конструкции с использованием тепловизора определяют места установки электронных самописцев входных параметров. Электронные самописцы в течение 3–7 дней фиксируют температуру внутренней и внешней поверхностей в реперных зонах, а также температуру, влажность и другие характеристики окружающей среды.

Перед началом тепловизионной съемки производятся замеры температуры характерных зон и окружающей среды контактными датчиками, измеряются влажность, тепловые потоки, скорость и направление ветра вблизи объекта контроля. Тепловизионной системой регистрируются температурные поля ограждающих конструкций обследуемого объекта и определяются зоны температурных аномалий на их поверхности.

Вся полученная информация вводится в компьютерную систему и обрабатывается посредством специального программного обеспечения. Определяется термическое сопротивление ограждающей конструкции в реперных зонах путем решения обратной задачи нестационарной теплопроводности, а затем по термограммам фасадов и торцевых частей здания выявляются участки с аномальными температурами, определяются относительные термические сопротивления этих участков и вычисляют приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций здания (рис. 1). По результатам обработки информации и термограмм выпускается протокол обследования объекта, включающий «Вкладыш к энергетическому паспорту здания», предусмотренный МГСН 02.01.99 г.

Достоверность и надежность эксплуатации методик подтверждена 4-летним опытом работы при обследовании более 300 строительных объектов. Методики реализованы в виде соответствующей технологической документации и программного обеспечения с использованием стандартных измерительных и вычислительных средств. Они обеспечивают определение показателей назначения с погрешностью не более 10–15%, имеют соответствующие сертификаты Госстандарта РФ и признаны соответствующими министерствами и ведомствами как базовые для определения качества строительства и эффективности энергосбережения строительных конструкций.



Рис. 6. Фотография и термограмма части фасада панельного жилого здания серии КОПЭ с трехслойными панелями: наружный слой панели из пластического бетона – 60 мм, внутренний – из жесткого бетона – 70 мм, слой ПСБ-25 – 120 мм. Дополнительными источниками теплопотерь являются дискретные связи (шпонки), вертикальные и горизонтальные межпанельные соединения, особенно в местах расположения крепежных элементов. $R_{\text{факт}} = 2,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ($\pm 15\%$)

Использование описанной технологии при серийном контроле зданий Москвы позволяет определять соответствие их фактических теплоэнергетических параметров нормативным требованиям и выявлять основные источники дополнительных теплопотерь через дефектные зоны и/или конструктивные элементы ограждающих конструкций, прогнозировать остаточный ресурс здания при наступлении аварийных ситуаций в теплоснабжении, оптимизировать проекты новых типов ограждающих конструкций с учетом влияния различных технических решений на реальное состояние теплотехнических параметров здания.

Результаты проведения тепловизионных обследований наружных ограждающих конструкций зданий на примере панельного и монолитного домостроения иллюстрируются на рис. 2–7.

Анализ термограмм и расчетных данных показывает, что при монолитном домостроении основными источниками теплопотерь являются межэтажные перекрытия и обрамления окон. На них может теряться до 15% тепловой энергии дополнительно к теплопотерям через гладь стены. Для панельного домостроения характерными источниками теплопотерь являются дискретные связи (шпонки), вертикальные и горизонтальные межпанельные соединения, особенно в местах расположения крепежных элементов. Через них теряется 20–25% тепловой энергии дополнительно к теплопотерям через гладь стены.

Таким образом, применение комплексных тепловизионных обследований, основанных на сочетании контактных и бесконтактных измерений температуры и других вспомогательных параметров ограждающей конструкции и окружающей среды на базе использования современных расчетных моделей теплопередачи в нестационарных условиях изменения температур сре-

ды, решает задачу определения фактических теплопотерь через наружные ограждающие конструкции зданий в реальных условиях их эксплуатации.

Список литературы

1. ГОСТ 26254–84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций». Введен в действие с 01.01.85 г. Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 2 августа 1984 г. № 127.
2. ГОСТ 26629–85 «Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций». Введен с 01.07.86 Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 5 октября 1985 г. № 173.
3. МГСН 2.01–99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоснабжению». Приняты и введены в действие постановлением правительства Москвы от 23 февраля 1999 г. № 138.
4. ГОСТ 31166–2003 «Конструкции ограждающие зданий и сооружений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи». Введен в действие с 01 июля 2003 г. Постановлением Госстроя России от 02.06.2003 № 48.
5. *Будадин О.Н., Потапов А.И., Колганов В.И и др.* Тепловой неразрушающий контроль изделий. М.: Наука. 2002. 476 с.
6. *Будадин О.Н., Сучков В.И.* Автоматизированная тепловизионная система оперативного бесконтактного определения теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций зданий и других сооружений // Энергонадзор-энергосбережение сегодня. 2000. № 4. С. 39–43.



УРАЛСТРОЙ-2004
XIV международная выставка
21–24 сентября 2004 г.
г. Уфа

ОРГКОМИТЕТ:
450000, г. Уфа
Главпочтамт, а/я 1360 А
Тел.: (3472) 79-89-95, 79-89-90, 79-89-94
E-mail: stroy@bashtorgi.ru

Теплофизика и экономика навесных фасадов

Публикации о системах навесных вентилируемых фасадов, призванные познакомить с конструктивными и эксплуатационными особенностями конкретной фасадной системы, оставляют ряд неосвоенных вопросов. Один из них — какой утеплитель применять?

Круг претендентов

Во многих странах мира накоплен богатый опыт устройства навесных фасадов. При этом в различных регионах имеются свои предпочтения в области применяемой в системах теплоизоляции. Например, в США, Франции и Финляндии наибольшее распространение в качестве утеплителя в конструкции получили изделия из стекловолокна, а в Дании, Норвегии, Польше, Швеции — изделия из базальтового волокна.

Заметим, что европейскими строительными нормами не регламентировано, какой утеплитель в подобных конструкциях следует применять. Нормы лишь предписывают использовать материалы, стойкие к влаге в воздухе, способные сохранять неизменную форму в зимних условиях, а также устанавливать изделия вплотную к основанию и без зазоров между собой. Для этого рекомендуется использовать ме-

ханическое крепление утеплителя (не менее 5 точек на 1 м^2) или приклеивать утеплитель на поверхность основания.

Подходят и те, и другие

В России пока нет столь значительного опыта эксплуатации навесных фасадов и, как следствие, нет строительных норм (СН) и сводов правил (СП) на проектирование и возведение подобных конструкций. Выбирая утеплители, аналогичные применяемым за рубежом, можно отметить, что и те, и другие имеют технические свидетельства Госстроя РФ о пригодности в системах навесных вентилируемых фасадов и соответствуют требованиям ГОСТ.

В ГОСТ 10499–95 на изделия из стеклянного штапельного волокна указано: «Изделия предназначаются для теплоизоляции ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных зданий, печей, трубопроводов, оборудования, аппаратуры, различных средств транспорта...

При устройстве теплоизоляции плиты должны укладываться на основание плотно друг к другу и иметь одинаковую толщину в каждом слое...

При устройстве теплоизоляции в несколько слоев швы плит необходимо устраивать вразбежку».

В разделе «Область применения» ГОСТ 9573–96 указывается, что плиты из минеральной ваты: «...предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций в условиях, исключающих контакт изделий с воздухом внутри помещений...». Очевиден вывод: и те, и другие подходят.

Основные принципы работы утеплителя

Какое свойство утеплителя обеспечивает требование нормативов о плотном сопряжении изделий с основанием?

При механическом креплении плиты на поверхность кирпичной стены плотный контакт по всей плоскости обеспечивает сжимаемость. У полужесткой плиты из стекловолокна она составляет 30%, а у полужесткой плиты из базальтового волокна — только 10–15%. Большая сжимаемость обеспечивает и плотное сопряжение соседних плит. Это особенно важно в связи с допусками на отклонение от номинальной длины и ширины плит утеплителя + 10 мм на 600 мм.

Какие нагрузки воздействуют на утеплитель в навесном вентилируемом фасаде?

Внешние нагрузки и климатические воздействия сведены к минимуму. Внешние силы к утеплителю практически не прикладываются. Прочностные характеристики утеплителя — прочность при сжатии и растяжении — при номинальном размере плиты 600×1200 мм не имеют значения, так как ее масса при толщине 100 мм и средней плотности 50 кг/м^3 составляет 3,6 кг.

Собственная масса отдельной плиты воспринимается механическим крепежом, например стержнями из стеклопластика с нейлоновым дюбелем. Эти стержни имеют прочность при изгибе и жесткость значительно большую, чем нагрузка от собственного веса утеплителя.

От климатических воздействий — снега, дождя, прямых солнечных лучей — утеплитель защищает облицовка навесного фасада и воздушный зазор, рекомендуемая минимальная величина которого по европейским нормам составляет 20 мм.



Морозостойкость

По российским стандартам показатели морозостойкости для волокнистых материалов не определяются, потому что утеплитель во всех случаях не должен эксплуатироваться в конструкции с влажностью, превышающей 5% мас.

Такая влажность не приводит к заметному изменению механических или теплозащитных свойств под воздействием отрицательной температуры. СНиП по теплотехнике уравнивает все мягкие, полужесткие и жесткие волокнистые утеплители и предлагает: «...сопротивление воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций (стен, покрытий), расположенных между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитывается».

Это значит, что и конвективная составляющая теплопередачи через слой утеплителя у разных по плотности материалов примерно одинаковая.

Ветрозащита как она есть

Европейский опыт тем не менее предлагает использовать так называемую ветрозащиту — материал, имеющий существенную величину сопротивления воздухопроницанию. По российским стандартам это значение может быть определено как минимальное для слоя, принимаемое в расчетах на воздухопроницаемость стен, то есть $0,1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч Па/кг}$.

Такое сопротивление может оказывать плотная ткань, например из стеклянных нитей. Следует добавить, что наклеенное или установленное на утеплитель полотно сглаживает поверхность и четко определяет границу раздела твердого тела и воздушной среды. При этом линей-



ная скорость потока воздуха на поверхности твердого тела равна 0. Из такой конструкции ни ветер, ни восходящий поток воздуха в воздушной прослойке не вынесет ни тепло, ни сам утеплитель.

Конструкция вентилируемого фасада замечательна еще тем, что слои в ней расположены с увеличением паропроницаемости по направлению к наружной поверхности. Такое расположение слоев при правильном расчете на термическое сопротивление обеспечивает отсутствие конденсации пара во всем теле стены, и увлажнения материалов не происходит. С этой точки зрения чем выше паропроницаемость утеплителя, тем лучше.

Проведенный анализ показывает, что высокие прочностные и деформационные характеристики теп-

лоизоляционных материалов в несущем вентилируемом фасаде оказываются излишними.

Компания URSA поставляет на российский рынок продукцию, изготовленную на современном оборудовании по новейшим технологиям. Вся продукция сертифицирована и имеет техническое свидетельство.

Упругая и паропроницаемая вата из стекловолокна точно соответствует условиям эксплуатации в такой конструкции.

Грамотный строитель быстро оценит и высокую экономичность конструкции, обусловленной малой массой и стоимостью плит из стекловолокна.

Материалы предоставлены компанией «УРСА Евразия»



**Компания
«УРСА Евразия»**

**Центральный офис
в Санкт-Петербурге**

Телефон: (812) 324-44-88

Факс: (812) 324-44-89

E-mail: ursa-russia@uralita.com

Internet: www.ursa.ru

Официальные дистрибьюторы в Санкт-Петербурге

Торговый Дом «URSA»

тел./факс: (812) 331-22-01, 331-22-00

Группа компаний «Невская»

тел./факс: (812) 329-23-33

Представительства

Москва

тел./факс: (095) 781-25-26

e-mail: moscow@uralita.com

Ростов-на-Дону

телефон: (8632) 95-02-41

e-mail: rostov@uralita.com

Новосибирск

тел./факс: (3832) 12-04-20

e-mail: novosibirsk@uralita.com

Самара

тел./факс: (8462) 70-47-71

e-mail: samara@uralita.com

Екатеринбург

тел./факс: (343) 372-89-49

e-mail: ekaterinburg@uralita.com

Хабаровск

тел./факс: (4212) 65-91-96

e-mail: khabarovsk@uralita.com

Фиброцементные крупноформатные декоративно-отделочные плиты «МИНЕЛИТ» для облицовки фасадов зданий

Практическая реализация в нашей стране новых норм по энергосбережению и теплозащите ограждающих конструкций зданий привела к появлению различных конструктивно-технологических решений утепления фасадов как реконструируемых, так и вновь возводимых зданий. В этой связи у архитекторов, строителей и заказчиков появился особый интерес к удобному и недорогому способу утепления и отделки – навесным вентилируемым фасадам, обладающим такими особенностями, как возможность реализации любых, в том числе смелых архитектурных идей, проведение работ вне зависимости от сезона, быстрый монтаж, технологичность и др.

При устройстве навесного вентилируемого фасада теплоизоляция закрепляется на наружной стороне стены здания. Далее на отnose на специальных анкерах, которые крепятся к стене, устанавливается защитно-декоративный экран из листовых или штучных материалов. Наружное утепление защищает ограждающие конструкции от воздействия переменных температур наружного воздуха, а защитный экран предохраняет утеплитель от механических повреждений, атмосферных осадков, воздействия ветра и солнечной радиации, улучшает внешний вид и облегчает выполнение работ при ремонте тепловой изоляции ограждающих конструкций.

В качестве защитно-декоративного экрана используются различные материалы. Однако в последние годы для этих целей активно применяются финские фиброцементные крупноформатные плиты «Минерит» и их декоративные варианты: «Мультиборд», «Глассал», «Дюрако», «Карат», «СемКолор» «Шиноп», «СемСтон» и др. Фиброцементные плиты заслуженно востребованы архитекторами, проектировщиками и строителями. Ими отделаны корпуса жилых, офисных зданий, учебных заведений, банков, станций метро и вокзалов, тоннели, мосты, эстакады.

Основные физико-технические свойства материала плит «МИНЕЛИТ»

Показатели	Фиброцемент, используемый при приготовлении плит для	
	устройства вентилируемых фасадов	оставляемой опалубки
Плотность, кг/м ³ , не менее	1700	1600
Прочность при изгибе, МПа, не менее	25	20
Ударная вязкость, кДж/м ² , не менее	4	4
Водопоглощение, мас. %, не более	3	8
Коэффициент размягчения, не более	0,85	0,85
Морозостойкость, циклы, не менее	300	300

Необходимо отметить, что плиты «Минерит» производят из целлюлозно-цементного материала на типовой линии по производству шифера, что стало возможным, когда в ряде европейских стран в 70-е годы прошлого века был начат промышленный выпуск безасбестового шифера, армированного целлюлозными волокнами. Плиты «Минерит» имеют плотность 1600 кг/м³ и достаточно высокую прочность при изгибе 20–25 МПа. Другие показатели физико-механических свойств в рекламных материалах производителя не приводятся, хотя при эксплуатации на фасаде эти плиты кроме большой прочности должны иметь и высокие показатели морозостойкости, стойкости к попеременному увлажнению-высушиванию, ударной вязкости. По горючести плиты относятся к группе Г1.

При разработке отечественной технологии производства фиброцементных крупноформатных декоративно-отделочных плит размером 3000×1200×8 мм для облицовки фасадов зданий предусматривались уменьшение их стоимости и отказ от использования традиционной технологии асбестоцементного производства, не обеспечивающей введения модифицированных добавок для улучшения физико-технических свойств материала.

Поставленная цель – изготовление фиброцементных крупноформатных плит небольшой толщины с высокими физико-техническими свойствами была достигнута путем решения комплекса задач, включающих:

- приготовление удобоукладываемой формовочной смеси с ограниченным количеством воды в ее составе;
- обеспечение при приготовлении необходимой однородности фиброцементной формовочной смеси;
- обеспечение при формовании плит необходимой степени уплотнения фиброцементной смеси, содержащей большое количество вовлеченного воздуха;
- обеспечение при твердении плит дополнительного уплотнения структуры материала.

Плиты изготавливаются из полупластичной смеси по рецептуре, включающей портландцемент, противосадочную добавку, дисперсное волокно, полимерное связующее, отвердитель полимера, пластификатор, пеногаситель и воду с добавлением пигментов для окраски в объеме, при необходимости армируются с тыльной стороны стеклосеткой. При этом формовочная смесь имеет подвижность 5–7 см ОК, а водоцементное отношение составляет не более 0,21–0,25.

Задача изготовления крупноформатных плит из формовочной смеси с ограниченным количеством воды решается введением в смесь акриловых полимеров, обладающих пластифицирующими свойствами, а в затвердевшем виде – большой прочностью и эластичностью. Применение акриловых полимеров вместе с пластифицирующей добавкой позволяет снизить количество воды в формовочной смеси до минимума, необходимого для гидратации цемента. При этом смесь сохраняет удобоукладываемость, позволяющую под воздействием вибрации формовать из нее крупноформатные плиты небольшой толщины. Однако чтобы акриловые полимеры усиливали эффект применения дисперсного

волокна, выражающийся в повышении прочности при изгибе затвердевшего композита, необходимо было найти способ их отверждения, что удалось осуществить с помощью добавок-отвердителей.

Для повышения однородности фиброцемента при приготовлении формовочной смеси сначала в активаторе-смесителе распушивается дисперсное волокно и готовится жидкая составляющая формовочной смеси, которая затем перемешивается с цементом и доводится до необходимой консистенции в планетарном смесителе.

Плиты изготавливаются методом непрерывного формования и уплотнения смеси с помощью скользящего виброштампа на формовочном конвейере в гибких формах из листов нержавеющей стали с силиконовыми бортиками. При этом формовочная смесь под воздействием вибрации вытекает из промежуточного бункера, а под виброштампом заполняет формы и уплотняется. Для удаления пузырьков воздуха из формовочной смеси во время виброуплотнения под скользящим виброштампом создается вакуум с разрежением до $6 \cdot 10^3$ Па.

Кроме того, отформованные плиты при твердении в термопакетах под пригрузом дополнительно самоуплотняются, так как продукты химических реакций противосадочной добавки расширяются в объеме.

По санитарно-гигиенической оценке, плиты относятся к экологически чистым материалам, а по пожарной опасности — к группе негорючих строительных материалов.

В настоящее время в г. Череповце Вологодской области создается опытно-промышленное производство фиброцементных крупноформатных декоративно-отделочных плит размером $3000 \times 1200 \times 8$ мм для облицовки фасадов зданий с проектной мощностью 300 тыс. м² в год.

МИНЕЛИТ

новый облицовочный материал для навесных фасадов

- высокая прочность
- высокая долговечность
- негорюч
- экологически чист
- экономичен в производстве и применении

Производитель

ООО «ОРЛУМ», г. Череповец
Телефон/факс: (8402) 21-17-94

Разработчик

ООО «НТЦ ЭМИТ», Москва
Телефон: (095) 357-96-73



НАЦИОНАЛЬНЫЙ КУЛЬТУРНЫЙ ЦЕНТР «КАЗАНЬ»
8-10 сентября 2004
межрегиональная
специализированная выставка
**СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ
КОНСТРУКЦИИ
ОКНА И МИКРОКЛИМАТ**
В рамках выставки
состоится международный
научно-практический семинар
«Энергоэффективные окна-4»
ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:
Торгово-промышленная палата РТ
Выставочная фирма «Татэкспо»
г. Казань, ул. Пушкина, 18, здание ТПП РТ, оф.1
тел./факс (8432) 64-42-61, 64-62-61
64-52-61, 64-59-15, 64-59-35
e-mail: tatexpo@mi.ru, tatexpo2@mi.ru

АПРОК Ассоциация производителей
энергоэффективных окон (АПРОК)
приглашает принять участие
международный научно-практический семинар
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ОКНА-4
КРАСНОЯРСК 7-8 сентября 2004 г.
КАЗАНЬ 9-10 сентября 2004 г.
МОСКВА 12-14 сентября 2004 г.
Темы семинара
Энергосбережение и современные окна: опыт внедрения,
новые нормы, экспертиза.
Окна для Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока.
Светопрозрачные конструкции для высотных зданий.
Оргкомитет
АПРОК 127238, Москва, Локомотивный проезд, д. 21
Тел./факс: (095) 488-74-37, 488-71-13, e-mail: info@aprok.ru
Маринов Олег Иванович
АПРОК-ТАТАРСТАН 420043, Казань, ул. Зеленая, д. 1, корп. Б, оф. 117
Тел./факс: (8432) 10-47-51, 10-47-52, e-mail: calesk@ksaba.ru
Соколова Наталья Сергеевна
КРАСНОЯРСКСТРОЙСЕРТИФИКАЦИЯ 660041, Красноярск, пр. Свободный, д. 75
Тел./факс: (3912) 47-14-47, 44-08-00, e-mail: sertif@public.krasnet.ru
Стоян Юрий Федорович

Теплое отношение к фасадам

Наружное утепление зданий с вентилируемой воздушной прослойкой является в настоящее время одной из актуальных задач российского строительного комплекса. Для ее решения компания «Сан-Гобэн ИзOVER» предлагает широкий ассортимент изоляционных материалов: изделия на основе стекловолна – мягкие и жесткие, с облицовкой и без, продукты на основе базальтового волокна и экструдированного пенополистирола. Разработаны различные варианты утепления: однослойные, двухслойные, а также комбинированные, в которых материалы на основе стеклянного и базальтового волокна применяются совместно в одной системе. Из этого набора проектировщик может выбрать вариант, наиболее подходящий для любого типа здания (малоэтажное, высотное, коттедж и др.), а также оптимизировать затраты на проведение работ по утеплению.

Мягкая изоляция...

С одной стороны, в вентилируемых фасадах рекомендуется применять мягкую изоляцию, так как мягкий материал плотно прилегает к утепляемой стене и друг к другу. С другой стороны, изоляция должна быть достаточно плотной, чтобы исключить усадку всей системы утепления. С этой целью горизонтальные направляющие системы крепления вентилируемых фасадов целесообразно крепить на расстоянии, равном длине изоляционной плиты или с минусовым допуском 10–15 мм. Такое внимание к плотности прилегания плит объясняется тем, что качество системы утепления зависит прежде всего от качества монтажа изоляции.

Система утепления получается одновременно мягкой и достаточно жесткой в случае двухслойного варианта утепления. Этот вариант является и более экономичным с точки зрения снижения затрат на строительство по сравнению с однослойным утеплением, если сравнивать теплоизоляционные слои одинаковой толщины. Причем для каждой марки (или сочетания марок) существует определенная толщина слоя, при которой становится

экономически выгодным двухслойный вариант укладки.

В качестве первого слоя в двухслойной системе утепления применяют изоляцию более низкой плотности, например плиты **ISOVER 610-KL** или **KL-E**. Каждый типоразмер плит предназначен для конкретного типа системы крепления. Плиты 610-KL используют в комбинированной профильной несущей системе, где их устанавливают между горизонтальными металлическими направляющими, например в фасадных системах Rannila, Фасст и др. Плиты KL-E предназначены для установки в деревянном каркасе, например в малоэтажном и коттеджном строительстве. В качестве второго слоя используют марки большей плотности, обладающие, кроме того, ветрозащитными свойствами.

...нуждается в защите

В вентилируемых фасадах изоляция подвергается воздействию воздушных потоков. Однако скорость движения воздуха в вентилируемом пространстве невелика.

Например, при расстоянии от приточных до выходных отверстий 3 м, ширине воздушного зазора 60 мм и

температуре воздуха –28°C расчетная скорость воздушного потока не превышает 0,24 м/сек. При тех же параметрах, но при расстоянии от приточных до выходных отверстий 1 м скорость воздушного потока 0,14 м/сек. Однако при неблагоприятном сочетании ряда факторов – ширины вентилируемого зазора, температуры, скорости движения воздуха и др. в зазоре может возникнуть турбулентное движение воздушных потоков, что может вызвать отрыв и вынос стекловолна в вентилируемое пространство.

Компания «Сан-Гобэн ИзOVER» предлагает простые и надежные способы ветрозащиты.

Жесткая ветрозащита

Компания «Сан-Гобэн ИзOVER» предлагает несколько марок ветрозащитной изоляции для использования в вентилируемых фасадах. Это стекловолкнистые плиты **ISOVER RKL, RKL-A, VKL**.

Материалы **RKL** и **RKL-A** представляют собой полужесткие плиты со шпунтованными кромками вдоль длинных сторон, которые обеспечивают надежную фиксацию плит таким образом, что они образуют неразрывную тепло- и ветрозащитную



Рис. 1. Магазин IKEA, Москва.
Теплоизоляция ISOVER KL-A + RKL



Рис. 2. Солодовня, Московская область.
Теплоизоляция ISOVER KL-E + VKL



Рис. 3. Здание МВД, Москва.
Теплоизоляция ISOVER KL-E + VENTITERM PLUS

оболочку, не имеющую мостиков холода. Плиты RKL облицованы стеклохолстом, а плиты RKL-A – ветронепроницаемой мембраной Tyvek. В первом случае функцию ветрозащиты выполняет стеклохолст, во втором – мембрана, которая защищает изоляцию также от попадания влаги снаружи и в то же время, обладая низким паросопротивлением (не менее $0,75 \text{ кг/м}^2$ в сутки), выводит из теплоизоляционного слоя пар. Ветрозащитная изоляция RKL и RKL-A используется в сочетании с мягкими материалами ISOVER KT и KL при внешнем утеплении щитосборных, каркасных деревянных и металлических ограждающих конструкций (рис. 1).

Жесткие тепло- и ветрозащитные плиты VKL благодаря удобным размерам ($1200 \times 2700 \times 13$ мм) позволяют перекрывать большие площади в вентилируемых фасадах. Имея ту же область применения, что и материалы серии RKL, плиты VKL используются также в комбинированном каркасе вентилируемого фасада. В этом случае вертикальная направляющая каркаса крепится к горизонтальной непосредственно через плиту VKL, прерывая мостики холода, проходящие через каркас.



Рис. 5. АТЦ Минатома, Санкт-Петербург.
Теплоизоляция ISOVER OL-E



Рис. 4. Аэропорт Внуково, таможня.
Теплоизоляция ISOVER VENTITERM PLUS.

С помощью плит VKL можно эффективно ликвидировать мостики холода, обусловленные конструкцией элементов здания (рис. 2).

При двухслойном утеплении конденсации пара во внутреннем слое из-за разной плотности слоев не происходит, поскольку коэффициенты паропроницаемости плит внешнего и внутреннего слоев отличаются несущественно – коэффициенты паропроницаемости плит RKL и KL-E составляют $0,55$ и $0,59 \text{ мг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$ соответственно.

Комбинированная изоляция из стекловолокна и каменной ваты

Минераловатные изделия ISOVER, выпускаемые специально для утепления вентилируемых фасадов, представлены тремя продуктами – это жесткие плиты ISOVER POLTERM, VENTITERM и VENTITERM PLUS. Материалы POLTERM и VENTITERM различаются между собой плотностью, а также наличием защитного покрытия из стеклохолста и применяются как в однослойных, так и в двухслойных системах утепления.

Плиты VENTITERM PLUS, например, используют в комбинированной двухслойной системе утепле-



Рис. 6. Жилой дом, Москва.
Теплоизоляция ISOVER KL-E

ния вместе с мягкими стекловолокнистыми плитами KL-E. При этом толщина внутреннего слоя (плита KL-E) не должна превышать 150 мм, наружного слоя (плита VENTITERM PLUS) – 50 мм. За счет высокой плотности плиты VENTITERM PLUS хорошо держат форму, и вся система утепления получается одновременно жесткой и в то же время благодаря наличию мягкого внутреннего слоя способной компенсировать неровности утепляемых стен. Так как основная часть изоляционного «пирога» состоит из мягкого материала KL-E низкой плотности, элементы подконструкции системы испытывают меньшую нагрузку, чем теплоизоляция той же эффективности, состоящая только из минеральной ваты (рис. 3).

В целях противопожарной безопасности по периметру оконных и дверных проемов торцы стекловолокнистых плит закрывают полосами из минераловатных плит шириной не менее 200 мм.

Такой комбинированный принцип утепления используется в системе вентилируемых фасадов ДИАТ. В Москве с применением этой системы построены административные здания Управления Министерства по налогам и сборам, Департамента строительства правительства Москвы, Министерства внутренних дел, Казначейства ЮЗАО и др.

Однослойные решения

С точки зрения теплотехники однослойные системы утепления предпочтительнее двухслойных. Это объясняется теплотехнической неоднородностью двухслойного изоляционного «пирога» по сравнению с однослойным, что приводит к необходимости увеличения толщины двухслойной системы.

В качестве однослойной изоляции в вентилируемых фасадах эффективно используют как стекловолокнистые плиты – мягкие (KL-E) и жесткие (OL-E), так и минераловатные плиты POLTERM, VENTITERM и VENTITERM PLUS (рис. 4, 5, 6).

Плиты OL-E по своим теплотехническим характеристикам не относятся к разряду ветрозащитных, поэтому поверх них целесообразно использовать ветрозащитную мембрану Tyvek или материалы российского производства, например Изоспан А, Славет.

Однослойная система утепления с изоляцией KL-E широко применяется также в фасадной системе с кладочной кладкой из облицовочного кирпича.

Ю.А. Ермакова

www.isover.ru

УДК 69.025.331

А.В. БЕРГОВСКОЙ, инженер-технолог, П.И. МЕШКОВ, начальник технической службы, В.Я. ФИШЕЛЕВ, канд. техн. наук, зам. начальника технической службы, ООО «Унистром-Трејдинг» (Москва)

Материалы для устройства полов группы компаний «ЮНИС» – гарантия качества

Производство прогрессивных материалов для устройства полов приобретает все большее значение.

Наливные полы – это одни из самых сложных в разработке видов сухих строительных смесей. Их рецептуры зависят от выбора вяжущих, свойств основы, толщины нанесения, требуемых механических показателей, фактуры поверхности и др. По назначению наливные полы на цементной основе, выпускаемые группой компаний «ЮНИС», можно разделить на три группы.

Стяжки «Горизонт» – составы для первичного толстослойного нанесения на перекрытия. Как правило, стяжки не содержат модифицирующих химических добавок и требуют физических усилий при укладке и разравнивании.

Составы «Горизонт-1» с элементами самовыравнивания, промежуточной толщиной нанесения от 8 до 30 мм.

Самонивелирующиеся составы финишного слоя «Горизонт-2» толщиной от 0 до 10 мм.

Классификация наливных полов может быть достаточно обширной. В отечественных нормативных документах она пока не установлена. В качестве ориентиров для производителей и потребителей этих материалов можно использовать немецкие стандарты ДИН 13318, 13408, 13409, 13813, 13851, 13872, 18560, 1937, 12706 и др., которые определяют как нормативы и методики их испытаний, так и около 20 показателей, по которым классифицируются полы. Группа компаний «ЮНИС» исходит из европейского уровня требований к качеству своих наливных полов.

Чем тоньше слой наливного пола, тем сложнее его рецептура и выше стоимость компонентов. При создании рецептур наливных полов приходится решать несколько противоречивых задач.

Необходимая подвижность, определяемая по диаметру пятна расплыва, должна достигаться при минимальном количестве воды для затворения. При этом должна быть исключена седиментация тяжелых наполнителей, например кварцевого песка, а также синерез, то есть выделение воды на поверхности раствора. В противном случае неизбежны значительное снижение прочности при сжатии и риск образования трещин. Влияние водоцементного отношения (В/Ц) на прочность при сжатии показано на рис. 1.

Усадка цементно-песчаного раствора, которая ведет к трещинообразованию, может быть скомпенсирована несколькими известными способами, но часть из них обуславливает снижение прочности при сжатии, например добавка гипса ведет к увеличению количества этtringита в отвердевшем растворе. Этtringит образуется за счет введения гипса при производстве порландцемента и непосредственно в состав сухих смесей наряду с алюминатными цементами для компенсации усадки наливных полов. Необходимо учитывать, что влияние этtringита на прочность при сжатии цементного камня зависит от ряда факторов, например от величины рН при затворении сухой смеси в воде.

При укладке цементосодержащего пола строители иногда стремятся повысить влажность в помещении или увлажнять пол и покрывать его пленкой. Необходимо различать режимы ухода за стяжкой и за тонкослойным наливным полом. Стяжка является по сути немодифицированным цементно-песчаным раствором. Для нее желательнее обеспечить условия твердения при повышенной влажности, так как в составе не используется водоудерживающая добавка. По возможности для обеспечения наилучших показателей стяжку необходимо увлажнять в течение первых 3–7 сут.

В модифицированных тонкослойных полах, например «Горизонт-2», такие действия противопоказаны. Из-за того, что в рецептуру введено необходимое количество эфиров целлюлозы, увлажнение поверхности приведет к нежелательным последствиям, например к эффекту «карамели», когда поверхность становится достаточно прочной, но в толще материала вместо цементного камня будет находиться высоковязкий гель, что приведет к резкому снижению марочной прочности. Впоследствии пол наберет необходимую прочность, но произойдет это только через несколько месяцев.

Те же процессы возможны при несоблюдении условий применения продукта, например при значительном превышении максимального слоя заливки. Наливной пол «Горизонт-2» является материалом для финишной отделки поверхности. Применение наливных полов «Горизонт-1» и «Горизонт-2» позволяет избавиться от лишних операций, так как все компоненты в них гармонизированы. Задача строителей состоит в том, чтобы соблюсти предписанные группой компаний «ЮНИС» климатические условия нанесения наливного пола. При резких изменениях влажности воздуха могут возникнуть излишняя усадка или расширение, отличающиеся от показателей разработчика рецептур (рис. 2).

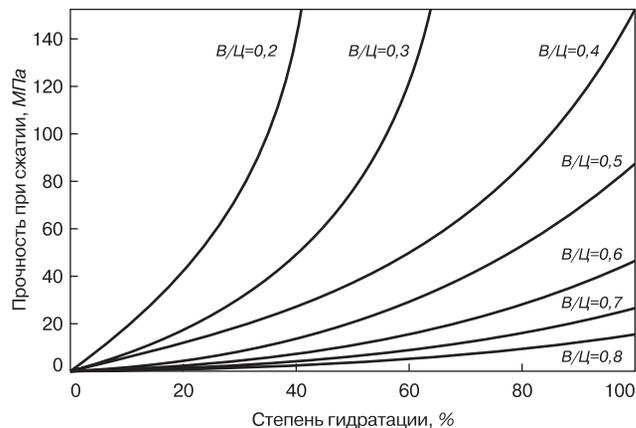


Рис. 1. Развитие прочности при сжатии в зависимости от В/Ц и степени гидратации

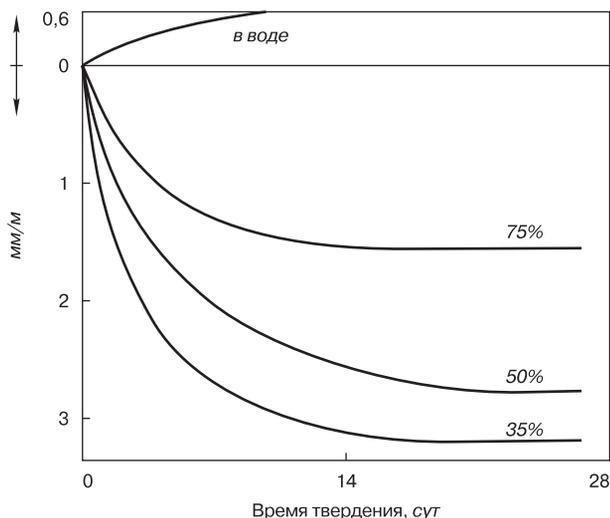


Рис. 2. Типичные кривые усадки и расширения цементного камня при 20°C в зависимости от влажности воздуха

Одна из важнейших проблем, возникающих при производстве наливных полов, это нестабильность качества сырья российских производителей. В европейских стандартах на сухие строительные смеси предусмотрена возможность применения всех необходимых компонентов. Россия же работает в основном по нормативной документации, принятой в 60–70 гг. Это приводит к необходимости работы на импортных материалах либо к ужесточению входного контроля сырья, что повышает себестоимость продукции. Группа компаний «ЮНИС», сотрудничая с такими ведущими западными

производителями, как Wacker, Clariant, Lafarge, Heidelberg Zement и др., стремится обеспечить не только надежное качество своих наливных полов и конкурентоспособные цены, но и предоставить технический сервис для заказчиков.

В настоящее время компания предлагает смеси для полов для гражданского строительства, которые известны специалистам в различных регионах России — от Калининграда до Владивостока. В ассортименте «ЮНИС» — сухие строительные смеси для устройства полов различной толщины. Специалисты компании работают над составами наливных полов промышленного и специального применения, а также над напольными массами на гипсовой основе. В настоящее время проходят промышленные испытания два новых продукта группы компаний «ЮНИС» с предварительными названиями «Гипслайн» и «Гипслайн-1». Это стяжка на гипсовой основе и тонкослойный наливной пол на гипсовом вяжущем соответственно. Данные полы при низкой цене и высокой скорости твердения позволяют подвергать поверхность пешеходной нагрузке через 3–4 ч и обладают марочной прочностью не менее 20 МПа, пригодны для сухих помещений.

Список литературы

1. J. Stark, B. Wicht. Anorganische Bindemittel. Weimar: F.A. Fingerinstitut. 1998.
2. Корнеев В.И., Зозуля П.В. Что есть что в сухих строительных смесях. СПб: НП «Союз производителей сухих строительных смесей» 2004.
3. Урецкая Е.А., Батяновский Э.И. Сухие строительные смеси: материалы и технологии. Минск: НПООО «Стринко». 2001.

www.unistrom.ru

НАЛИВНЫЕ ПОЛЫ

Сухие строительные смеси высокого качества от группы компаний «ЮНИС»

ООО «Унистром-Трейдиг»

Россия, 115088, Москва, ул. 1-ая машиностроения, д. 5-а

Телефон: (095) 101-22-32
многоканальный

E-mail: info@unistrom.ru

Техническая служба

СМУ «Жуковскстрой»

Россия, 140180, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 31

E-mail: smu_unis@hotmail.ru

Новый этап развития ЗАО «Павловский завод строительных материалов»

В Северо-Западном регионе России единственным производителем силикатного кирпича является Павловский завод строительных материалов, основанный в 1931 г. Мощности предприятия позволяют выпускать до 150 млн шт. усл. кирпича в год. С 1995 г. Павловский завод строительных материалов входит в состав ПО «Ленстройматериалы». С этого времени на предприятии постоянно расширяется ассортимент выпускаемой продукции, повышается ее качество, ведется модернизация производства.

С 1998 г. Павловский завод СМ выпускает фактурный кирпич «антик» (с эффектом стены старого замка), с 1999 г. производится объемно окрашенный кирпич и кирпич с керамзитовым наполнителем, улучшающим его теплоизолирующие свойства.

С конца 2002 г. на предприятии реализуется программа переоснащения производственных мощностей. В 2003 г. на закупку нового оборудования было выделено 32 млн р. В первом полугодии 2004 г. инвестиции в развитие производства достигли 47,5 млн р. На заводе установлено немецкое оборудование, которое позволило начать выпуск принципиально новых видов продукции.

Первая партия силикатного пустотелого кирпича сошла с конвейера летом 2003 г. Среди главных достоинств нового продукта – существенно меньшая по сравнению с традиционным масса изделия (всего 2,5 кг), которая достигается благодаря 11 несквозным отверстиям, и низкая теплопроводность. Кроме того, несквозные отверстия позволяют строителям более экономно расходовать цементный раствор.

Цветной силикатный пустотелый кирпич был запущен в произ-

водство в июне 2004 г., выпускается шести основных цветов – розовый, синий, желтый, коричневый, зеленый и габбро.

Павловский завод СМ также производит силикатные межкомнатные стеновые блоки в виде панелей размером 500×250×80 мм с шестью несквозными отверстиями диаметром 46 мм, что обеспечивает пустотность 22%. Силикатные блоки не требуют гидрофобизации.

Силикатные стеновые материалы Павловского завода СМ характеризуются высокой прочностью (15–20 МПа), морозостойкостью 50 и более циклов, экологичностью ($A_{эфф} = 62$ Бк/кг), правильными геометрическими размерами и др. (см. таблицу).

Строительные силикатные материалы Павловского завода СМ позволяют выполнять красивые, надежные и недорогие стеновые конструкции с высокими теплоизоляционными свойствами. Для устройства многослойных несущих конструкций подходит полнотелый силикатный кирпич марки М-150. Для строительства однослойных следует применять «теплый» силикатный кирпич с керамзитовым наполнителем.

На долю предприятия в Северо-Западном регионе России в настоящее время приходится 100% рынка силикатных строительных материалов, в том числе кирпича. В 2003 г. завод произвел 50 млн шт. усл. кирпича.

Еще одним производственным направлением ЗАО «Павловский завод строительных материалов» является выпуск известково-песчаной смеси «Гарцовка Павлово-на-Неве». Ее применяют при оштукатуривании наружных и внутренних бетонных, каменных, кирпичных, деревянных (предварительно оби-



Фактурный кирпич «антик» активно используется при облицовке загородных домов

тых дранью) поверхностей, для кладки кирпичных стен (в сочетании с цементом); для шпаклевания стен и потолков. Использование известки в качестве вяжущего в растворах позволяет получить штукатурный слой достаточной прочности, с высокими теплозащитными свойствами, а также паро- и воздухопроницаемостью.

Высокое качество сухой смеси, выпускаемой Павловским заводом, обеспечивается использованием известки Угловского известкового комбината и чистого кварцевого песка месторождения «Келколова гора».

Сухая смесь «Гарцовка Павлово-на-Неве» имеет отпускную влажность 3–6%, насыпную плотность 1100–1400 кг/м³, содержание активных СаО и MgO 7,5–10%, отличается хорошей схватываемостью, светлым тоном и высокой пластичностью. Смесь отвердевает практически без усадки.

В 2003 г. ее произведено 62,2 тыс. т, что составляет 60% рынка известково-песчаных смесей в регионе.

Продукция ЗАО «Павловский завод СМ» удостоена многочисленных отечественных и зарубежных наград. В 2004 г. завод стал лауреатом конкурса «Бизнес, развивающий регион» в номинации «Производственное предприятие».

Параметры	Кирпич силикатный				
	марочный рядовой, лицевой (М-150 М-200)	с керамзитовым наполнителем (М-150)	окрашенный полнотелый (М-150)	облицовочный фактурный «антик» (М-150)	с пустотностью 30–33% (М-150)
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,69	0,4	0,69	0,69	0,44
Масса (справочно), кг	3,6–3,7	2,8–3	3,5–3,7	3,2	2,5
Плотность кладки при влажности 2%, кг/м ³	1870	1750	1870	1870	1500

Дом за три месяца с использованием LindabConstruline®

Увеличение темпов строительства малоэтажных зданий возможно различными способами. В настоящее время в России внедряется технология каркасного строительства с применением легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), которая позволяет существенно сократить время на монтажные работы.

Такая технология широко распространена в Скандинавии и все больше применяется в других европейских странах, Восточной Азии, США и Австралии, предлагая совершенно иной подход к возведению зданий. Экономичность, технологичность, короткие сроки строительства, широкие архитектурные возможности и области применения, а также высокая энергоэффективность и комфортность построенных домов — все это позволяет относить новую технологию к наиболее перспективным.

Шведская промышленная группа Lindab активно занимается разработкой ЛСТК совместно со Шведским институтом металлоконструкций. Результатом совместной работы стала комплектная строительная система LindabConstruline®, включающая несущие профили для наружных и внутренних стен, перегородок, межэтажных каркасных перекрытий, стропильных систем, стальную обрешетку для кровли и стен, кровельные и стеновые покрытия, решения для вентилируемых фасадов, системы водостоков, системы безопасности и обслуживания кровли.

Технология каркасного строительства в России достаточно новая, хотя в странах Скандинавии, где климатические условия очень похожи на российские, каркасные здания имеют широкое распространение.

Стальные элементы не подвержены усадке, имеют стабильные геометрические характеристики. Использование эффективных теплоизоляционных материалов (типа Rockwool) в ограждающих конструкциях обеспечивает высокую теплозащиту и значительно повышает огнестойкость. Подобные здания хорошо зарекомендовали себя на севере Швеции, в Норвегии и Лапландии, где климатические условия более суровые, чем в центральной России: температура зимой достигает -40 — -50°C , а снеговые нагрузки составляют до 240 кг/м^2 .

Система профилей LindabConstruline® позволяет возводить конструкции высотой до 3–4 этажей без применения дополнительных несущих элементов. Она подходит для строительства коттеджей и таунхаусов, малоэтажных зданий жилого и общественного назначения. В Швеции накоплен опыт строительства 5–7-этажных домов на плитных фундаментах. В России пока строятся в основном 1–2-этажные здания.

В серийном варианте укрупненные сборочные элементы дома производятся в заводских условиях и после поставки на стройплощадку собираются за один-два дня. При индивидуальном проекте период от заказа до сдачи объекта под чистовую отделку оставляет 3 мес. Такая скорость работ обеспечивается высокой точностью изготовления элементов строительной системы.

Заказ-спецификация поступает на завод-производитель профилей в электронном виде. Конструкции производятся точно по чертежам, маркируются, после чего сборка на объекте не представляет труда.

Сезонных ограничений для строительства с применением системы LindabConstruline® не существует, по-

скольку ведется сухим способом. Малая масса конструкций позволяет снизить затраты на фундаменты, доставку материалов в труднодоступные районы, расширяет возможности строительства на слабых грунтах.

Конструкции находят применение не только при новом строительстве, но и при реконструкции зданий, возведении мансардных этажей. Технология позволяет проводить работы в короткие сроки и без отселения жильцов, так как все каркасы собираются с помощью саморезов и отсутствуют мокрые процессы. Систему можно применять в сейсмоопасных зонах, поскольку фундаментом служит обычная мелкозаглубленная плита.

В России на основе системы профилей ведется строительство различных объектов. Компания «Талдом-Профиль» производит термоблоки — конструктивные строительные элементы с использованием профилей Lindab, которые применялись для возведения коттеджей в г. Химках и Троицке Московской области, жилых домов в г. Череповце, гостиниц в п. Сорочаны и на территории Щелковской таможни Московской области, при строительстве рынков, магазинов и др. в различных городах России.

*По материалам Российского представительства
компании Lindab*

Lindab®

Мы создаем настоящие ценности!

-  *Topline/ Металлочерепица*
-  *Rainline/ Водосточная система*

Выбирая металлочерепицу Lindab Topline и водосточную систему Lindab Rainline, Вы следуете лучшим традициям классической черепичной кровли

 **Lindab**



119602 Москва, ул. Никулинская 27/3,
тел. (095) 231-56-63, факс (095) 431-90-66,
e-mail: Igor.tatynski@lindab.ru

Lindab
Lindab Profil AB

А.Ю. НЕЛИДОВ, директор по маркетингу компании «СЛАВ Групп» (Москва)

Роль подкровельной гидроизоляции в обеспечении надежности кровли

К сожалению, все виды кровель изначально или по прошествии длительного времени начинают пропускать воду. Например, черепичные кровли сразу имеют множество зазоров, через которые проникает влага. Герметичность металлочерепицы с течением времени нарушается из-за разбалтывания крепежа, разрушения резиновых прокладок и коррозии поцарапанного покрытия. Мягкая битумная черепица может быть повреждена сильным ветром (отрыв лепестка), а фальцевые металлические кровли пропускают воду, если ее уровень выше высоты фальца, что наблюдается при таянии снега. Плоские крыши с многослойным битумосодержащим покрытием регулярно требуют ремонта из-за расслоения, вздутий, трещин и др.

Основное назначение кровли. Кровли испытывают значительные механические нагрузки, обусловленные массой снежного покрова или потоков дождевой воды, ветровым напором, а также резкими перепадами температуры поверхности (-40 — $+100^{\circ}\text{C}$), вызывающими изменение линейных размеров материалов и приводящими к трещинообразованию и расслоению покрытий в результате циклического замерзания и оттаивания воды. Удары крупных ледяных градин, разрушительное воздействие кислотных дождей и ультрафиолетового излучения, а также другие факторы негативно сказываются на сохранности кровли и сокращают срок ее службы. Устройство кровель, способных длительное время выдерживать такие нагрузки и **одновременно обеспечивать полную герметичность кровельного покрытия**, является технически сложной, дорогостоящей и трудновыполнимой задачей, решения которой можно добиться различными способами.

Наиболее надежным, простым и дешевым способом решения этих задач является разделение кровельной системы на два уровня защиты — мощные атмосферные воздействия принимает на себя кровельное покрытие, а полную водонепроницаемость системы обеспечивает отдельная подкровельная гидроизоляция.

Именно по принципу необходимой герметичности кровельного покрытия устроены надежные и долговечные кровли из керамической черепицы и натурального сланца, которые на протяжении многих столетий эксплуатируются в странах Западной Европы. Небольшие объемы воды, попадающей через межчерепичные зазоры, отводятся несложной подкровельной гидроизоляцией; эти же зазоры обеспечивают постоянное проветривание несущей деревянной обрешетки с целью повышения ее долговечности, а также выравнивание внешнего и внутреннего давления воздуха при ветровой нагрузке (предотвращение срыва кровли).

Утепленные кровли — выбор схемы установки подкровельной изоляции. Для подкровельной гидроизоляции теплых крыш предназначены диффузионные мембраны, которые укладываются на утеплитель, защищая его от протечек, продувания и эмиссии минеральных волокон. Эти материалы обладают высокой паропроницаемостью (около 1000 г/м² в сутки), а потому не препятствуют удалению паров воды из толщи утеплителя.

Частой причиной протечек и перестроек мансард является широко распространенная схема установки европейских подкровельных пленок, которая не всегда подходит для российской зимы. В частности, это схема

установки дешевых перфорированных пленок и паробарьерных пленок с антиконденсатным слоем гидроизоляции утепленных кровель, которая предусматривает два вентзазора.

Армированные полиэтиленовые пленки с перфорированными отверстиями от игл имеют паропроницаемость 20 – 40 г/м² в сутки, что недостаточно для выведения влаги из утеплителя. Поэтому они устанавливаются так же, как пароизолирующие, антиконденсатные пленки, — с двумя вентзазорами. Нижний вентиляционный зазор — между гидроизоляционной пленкой и утеплителем служит для удаления влаги из утеплителя, верхний — для проветривания обрешетки и подкровельного пространства.

В условиях российской зимы эта схема имеет серьезный недостаток — утеплитель кровли остается открытым в вентиляционном зазоре, что вызывает:

- высокие потери тепла, так как утеплитель продувается ветром, а также теплый воздух легко покидает высокопроницаемый, горизонтально расположенный утеплитель, при этом толщину утеплителя необходимо пересчитывать и увеличивать на 20 – 30% ;
- ветровой унос минерального волокна не только вреден для окружающей среды и здоровья людей, но также грозит значительным уменьшением слоя утеплителя (что наблюдается через 5 – 7 лет при использовании низкокачественной минплиты);
- при круглосуточной отрицательной температуре выходящий из утеплителя влажный пар на нижней стороне пленки сразу конденсируется и превращается в лед, который постоянно накапливается; антиконденсатный слой также накапливает лед и не работает.

В итоге весной растаявший лед попадает в незащищенный утеплитель и образует протечки потолка.

Данная европейская схема, использующая дешевые подкровельные материалы, в более суровом климате требует изменения: утеплитель необходимо дополнительно защищать ветровлагоизоляционной мембраной с высокой паропроницающей способностью. Погоня за удешевлением подкровельной гидроизоляции (на 50 у. е. за 100 м² кровли) оборачивается полной перестройкой мансарды — со снятием кровли и заменой системы подкровельной изоляции. Лукавые названия «диффузионные, паропроницаемые» для перфорированных пленок вводят в заблуждение потребителей, которым не известны области их применения. При любой схеме подкровельной гидроизоляции утепленных мансард не удастся построить надежную систему, гарантирующую от протечек дешевле, чем за $1,2$ – $1,4$ у. е./м² (по стоимости пленок).

Холодные наклонные кровли подразумевают наличие чердачного помещения, оборудованного вентиляционными окнами или решетками, через которые удаляются пары влаги, поступающие из жилого помещения. В этом случае в качестве подкровельной гидроизоляции обычно применяются паронепроницаемые пленки, хотя более целесообразно применение высокопроницаемых мембран (для возможности просушки подкровельного пространства и сохранения долговечности несущей обрешетки). В первую очередь это касается кровельных покрытий, не имеющих шелей, — металлочерепицы, листового и рулонного металла, мягкой черепицы и др.

Нередко в качестве временной подкровельной гидроизоляции устанавливают армированные пленки или рубероид. В этом случае последующее утепление становится невозможным без снятия кровли и пленки, установки высокопроницаемой мембраны и устройства вентилируемого зазора. Для того чтобы облегчить последующее утепление кровли, рекомендуется сразу установить на стропила паропроницаемую мембрану и устроить вентилируемый зазор между мембраной и кровельным покрытием.

Вентилируемый зазор предназначен для удаления конденсационной влаги из материала — утеплителя мансард и проветривания деревянных конструкций кровли. Ширина вентзазора обычно составляет 5–10 см, а площадь продухов для входа и выхода внешнего воздуха 4–8 см² на 1 м² кровли. Для нетиповых кровель большого размера расчет вентзазора производят исходя из необходимости обеспечения удаления водяного пара в объеме не менее 1500–2000 г с 1 м² мембраны за сутки.

Зарубежные рекомендации по организации выхода вентпотока через приподнятый вентилируемый конек в нашей стране неприменимы. Даже при крутых крышах такой конек забивается снегом, вентиляция кровли прекращается, что влечет за собой накопление конденсата в утеплителе, образование протечек и, как результат, перестройку крыши. В российских условиях наиболее надежным является устройство накопительного подконькового канала с вытяжными трубами по коньку.

Основными критериями выбора мембраны являются достаточная механическая прочность и высокая паропроницаемость. Протечки подкровельной изоляции могут быть вызваны мелкими повреждениями, а также наличием застойной воды в складках и ямках. Обнаружить дефекты мембраны почти невозможно, так как по-

вреждения обычно возникают при установке кровельных элементов и скрываются кровлей. Поэтому применение дешевой, но непрочной тонкой мембраны часто оборачивается последующим ремонтом, связанным со снятием всей кровли и заменой пленки.

Гидроветроизоляционные мембраны «ТЕКТОТЕН» (Германия) различной плотности (105,125,140,160 г/м²) разработаны для ответственных строек. Повышенная надежность этих материалов обеспечивается трехслойной конструкцией: между внешними высокопрочными волнолистыми слоями расположена сплошная полимерная пленка плотностью около 40 г/м². Пленка не имеет сквозных пор, а ее высокая паропроницаемость (до 1300 г/м² в сутки) обусловлена внутримолекулярной структурой специального полимера. Отдельные молекулы парообразной воды, имеющие малые размеры (2,8 Å), диффундируют в межмолекулярном пространстве. В отличие от известных пористых мембран, которые обладают диффузионными свойствами за счет прохождения водяного пара вместе с воздухом через поры, мембраны «ТЕКТОТЕН» обладают практически нулевой воздухопроницаемостью. Высокая ветроизоляционная способность предотвращает значительные потери тепла. Высокая водонепроницаемость (мембраны способны выдерживать давление до 4 м водяного столба) позволяет использовать их в качестве временной (до 4 мес) кровли. Трехслойные мембраны выдерживают значительные нагрузки, возникающие при монтаже кровель, причем повреждение внешних слоев не влечет за собой потери гидроизоляционных свойств.

Правильный выбор подкровельной гидроизоляции гарантирует полное отсутствие протечек, причем стоимость этого элемента по сравнению со стоимостью всего строительства чрезвычайно мала.

Производство кубовидного щебня и строительного песка с использованием вибрационных дробилок

В.А. Арсентьев, Л.А. Вайсберг,
Л.П. Зарогатский, А.Д. Шуляков
СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2004. 112 с.

Проанализированы существующие технологические схемы и дробилки для производства строительного щебня и песка. Рассмотрены конструктивные и эксплуатационные особенности различных видов дробилок. Показано, что созданные в НПК «Механобр-техника» принципиально новые вибрационные щековые и конусные дробилки позволяют получать строительный и дорожный щебень I категории с кубовидностью до 95% при снижении капитальных и эксплуатационных затрат на 30%. Производимый этими дробилками щебень увеличивает срок службы дорог в 3 раза и на 30% повышает прочность бетона.



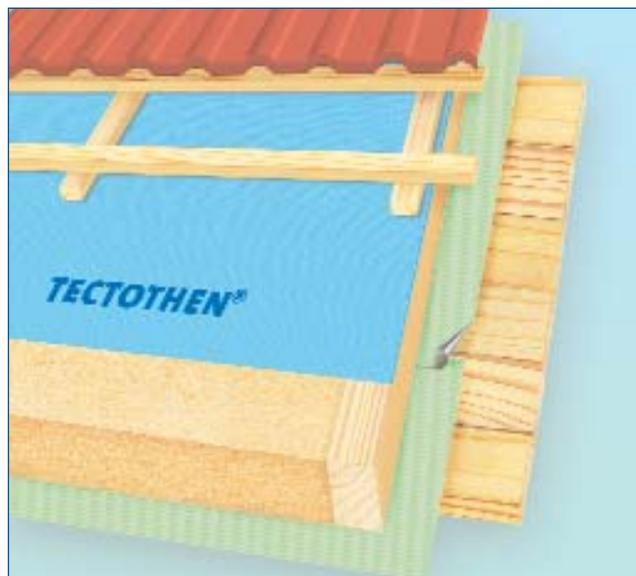
Заявки на **бесплатное** получение книги направляйте в ОАО «Механобр-техника»

Россия, 199106 Санкт-Петербург,
В.О. 22 линия, д. 3

Телефон: (812) 321-37-32, 331-02-57

Факс: (812) 327-75-15, 325-62-02

E-mail: gornyi@peterlink.ru



- ◆ подкровельные покрытия
- ◆ защита утеплителя вентилируемых фасадов
- ◆ высоконадежные трехслойные диффузионные мембраны
- ◆ прочные пароизолирующие материалы производства Германии

Телефон: (095) 789-30-58 www.tectothен.ru

- ◆ строительные пленки «Славет-Слафол» производства России

Телефон: (095) 424-69-84 www.tpk-slav.ru

И.А. КСЕНОФОНТОВ, генеральный директор, А.В. ВЕДЕНЕЕВ, главный конструктор
ООО «Строммашкомплект» (Самара)

Пневматическая сушка тонкодисперсных материалов в трубах-сушилках

В начале 2003 г. в ООО «Строммашина» обратилось ОАО «Казцинк» (Республика Казахстан) с предложением принять участие в тендере на разработку технологии сушки гипсового тонкодисперсного материала, полученного искусственным путем при нейтрализации серной кислоты известняком.

ОАО «Казцинк» — крупнейший изготовитель цинка в странах СНГ — в последние годы столкнулось с проблемой утилизации серной кислоты — попутного продукта производства цинка. Объемы поставок серной кислоты в Россию в результате общего падения производства сократились более чем в два раза. Складировать серную кислоту без больших дополнительных затрат невозможно. Проблема утилизации могла обернуться или падением производства цинка, или экологической катастрофой для региона.

Специалисты ОАО «Казцинк» предложили нейтрализовать серную кислоту тонкомолотым известняком, в результате чего был получен двуводный гипс в виде пульпы ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), вода (H_2O) и углекислый газ (CO_2). Установка нейтрализации была запущена в 2001 г. и в течение трех лет успешно работает в г. Риддер (Республика Казахстан). Полученное в результате нейтрализации гипсовое сырье в виде пульпы складировалось в открытых отстойниках, что также являлось источником загрязнения окружающей среды. В то же время двуводный гипс является ценным продуктом при производстве цемента. Изучив рынки сбыта, специалисты ОАО «Казцинк» предложили нашему предприятию совместно решить проблему сушки пульпы двуводного гипса с получением сухого двуводного гипса, удобного для транспортирования автомобильным и железнодорожным транспортом.

Техническим заданием для сушки был предложен гипсовый продукт, после фильтрования имеющий влажность 30–35%, со следующим гранулометрическим составом, мас. %: +74 мкм — 0–25; –74 мкм — 75–100; –40 мкм — 50–75; –10 мкм — 25–50; –5 мкм — 0–10.

Сушку материала было предложено производить в вертикальной трубе-сушилке при восходящем движении материала совместно с потоком транспортирующего газа.

Искусственный двуводный гипс, полученный путем нейтрализации серной кислоты известняком, по физическим свойствам похож на фосфогипс и является тонкодисперсным и тиксотропным материалом. Наличие сил сцепления между частицами является причиной зависания материала на наклонных и даже вертикальных стенках бункеров. Влажные частицы прилипают к шероховатым стенкам, на них наслаиваются новые порции материала, которые уплотняются под воздействием движущегося слоя. Постепенно толщина адгезионного слоя увеличивается, до тех пор пока не образуется статический свод над отверстием бункера. В условиях длительного хранения искусственного гипса в неподвижном слое он слеживается, сопротивление сдвигу и сцепление при этом увеличиваются. Это создает большие трудности при дозировании и отгрузке отвалного ис-

кусственного гипса. Искусственный гипс проявляет тиксотропные свойства, то есть способен разжижаться при механических воздействиях (вибрации, встряхивании, перемешивании).

Для проверки возможности сушки в трубе-сушилке тонкодисперсного искусственного гипса была разработана и введена в эксплуатацию экспериментальная установка сушки. Производительность установки до 200 кг/ч.

Материал в виде кека подавался в трубу-сушилку винтовым забрасывателем. Технологическая схема экспериментальной установки приведена на рисунке.

Теоретический расчет производился по методике, разработанной В.И. Муштаевым и И.М. Федоровым. В основу расчета положено уравнение, определяющее часовое количество тепла, переданное от газа материалу в процессе сушки:

$$\tau = 3600 \cdot Q' / (F \cdot \alpha \cdot \Delta t_{\text{cp}}), \text{ с}$$

где Δt_{cp} — средняя разность температур между газом и сушимым материалом, °С; α — коэффициент теплоотдачи от газа к высушиваемому материалу, кДж/(м²·ч·град); F — расчетная поверхность материала, подаваемого в сушилку, м²/ч; τ — длительность сушки, ч; Q' — часовое количество тепла, переданное от газа материалу, кДж/ч.

По результатам расчета была выбрана горелка, определены диаметр (200 мм) и высота (7 м) опытной трубы-сушилки, выбрано вспомогательное оборудование

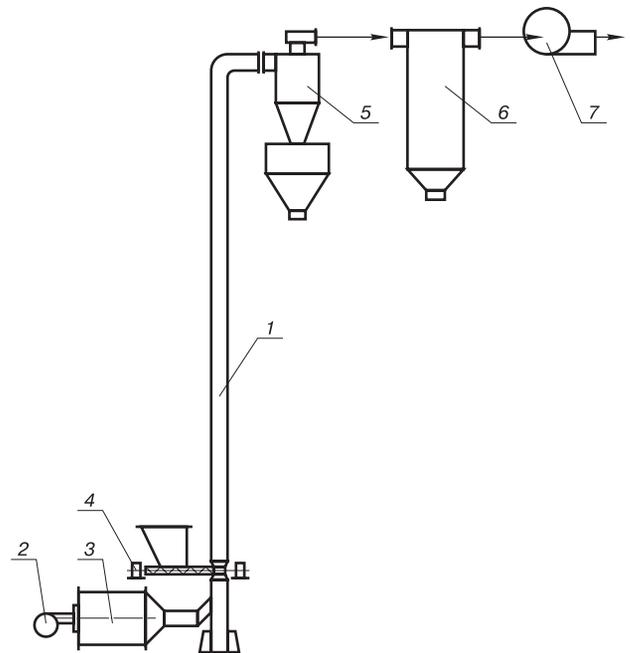


Схема экспериментальной установки: 1 — труба-сушилка; 2 — горелка; 3 — камера сгорания; 4 — винтовой забрасыватель; 5 — циклон; 6 — рукавный фильтр; 7 — дымосос

(циклон, фильтр рукавный, дымосос, камера сгорания). Теоретические расчеты показали возможность сушки тонкодисперсного искусственного гипса с исходной влажностью 30–35% за доли секунды (0,15 с) на участке трубы высотой 2 м. Расчетная поверхность материала определялась из теоретической тонины сухого материала, указанной выше.

Материал подавался на сушку в виде кека, при транспортировке винтовым забрасывателем кек превращался в пастообразную массу. Чтобы теоретические расчеты соответствовали практическим в опытах по сушке кеков тонкодисперсных материалов, необходимо приблизить практическую тонины материала к теоретической.

Эксперименты по сушке искусственного гипса проводились на опытной установке ООО «Строммашкомплект». Реальная влажность материала, используемого для сушки, оказалась выше заданной и составляла 45%.

Для приближения практической дисперсности материала к теоретической на входе материала в трубу-сушилку было установлено сопло Лаваля, которое позволило за счет высокой скорости аэродинамического потока и высокой температуры топочных газов разбить материал на тонкодисперсные частицы и за доли секунды высушить его до нулевой влажности.

В процессе экспериментов была определена оптимальная температура дымовых газов на входе в трубу, средняя скорость теплоносителя в трубе-сушилке и определены необходимые параметры сопла Лаваля для обеспечения заданных условий сушки.

Кек с помощью винтового забрасывателя, одновременно служащего затвором, подавался в загрузочное устройство прямооточной трубы-сушилки. Струя горячих газов, подаваемых снизу трубы, захватывала в нее комки кека. В результате высокой скорости потока в трубе

за вводным участком возникает завихрение поступающего искусственного гипса, который распадается на тонкие частицы. Температура газов на входе в трубу составляла $400 \pm 50^\circ\text{C}$, а на выходе — $130 \pm 10^\circ\text{C}$, средняя скорость в трубе — в пределах 20 м/с. При прохождении трубы-сушилки и циклонов искусственный гипс высушивался практически до нулевой влажности, также наблюдалась частичная дегидратации материала. Материал, полученный после осаждения в циклонах, отличается по свойствам от материала, полученного в рукавных фильтрах. Последний обладает вяжущими свойствами.

Проведенные эксперименты показали, что в трубах-сушилках допускается сушить дисперсные материалы в виде кека с высокой влажностью (до 45%). Время сушки до нулевой влажности искусственного гипса с получением частично дегидратированного материала составляет менее одной секунды. Сушка аналогичных материалов, обладающих тиксотропными свойствами, другими способами, кроме пневматических, затруднительна и менее экономична. Простота и надежность конструкции позволяет свести эксплуатационные затраты при сушке в трубе-сушилке к минимуму.

Положительные результаты проведенных экспериментов послужили основой для разработки промышленной установки сушки кека двуводного гипса, полученного в результате нейтрализации серной кислоты известняком. Производительность промышленной установки составляет 22 т/ч. Расход жидкого топлива — 530 кг/ч. Для сушки используется труба-сушилка диаметром 1 м и длиной 12 м.

В настоящее время изготовление основного технологического оборудования практически завершено. Запуск промышленной установки запланирован на конец 2004 г.



ПЕТЕРБУРГСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР



— **Постоянно действует выставка строительных материалов и технологий, в которой Вы можете принять участие**

— **Центр проводит тематические семинары, презентации и круглые столы**

— **Организует бизнес-туры на международные строительные выставки**

— **Единый электронный каталог предприятий строительного комплекса Северо-Запада www.infstroy.ru**

197342, Санкт-Петербург
ул. Торжковская, д. 5 ст.м.
“Черная речка”
Тел.: (812) 324-99-97, 431-09-60



СТРОММАШ

Оборудование для производства строительных материалов

- Мельницы шаровые, стержневые
- Высокопроизводительные рукавные фильтры
- Сушильные барабаны и сушильные комплексы с системой аспирации
- Бетоноукладчики

Технологические комплексы:

- производства керамзита, гипса, минерального порошка, мела, ВНВ
- производства минеральной ваты
- Циклоны, сепараторы
- Элеваторы ковшовые ленточные
- Конвейеры винтовые

Россия, 443022 Самара, ул. 22 Партсъезда, 10-а
Торговый дом ООО «СТРОММАШКОМПЛЕКТ»
Тел./факс: (8462) **92-10-55, 92-05-75, 79-28-04**
92-05-79, 79-29-04

E-mail: strommash@samtel.ru www.strommashcomplex.ru

УДК 666.368

В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук, В.М. ПОГРЕБЕНКОВ, д-р техн. наук,
Т.В. ВАКАЛОВА, канд. техн. наук, Томский политехнический университет

Использование природного и техногенного сырья Сибирского региона в производстве строительной керамики и теплоизоляционных материалов

Керамический кирпич и другие виды строительной керамики были и остаются долговечными, экологически чистыми и надежными строительными материалами и их востребованность не снижается. Повышение качества кирпича и других видов керамики, расширение сырьевой базы путем вовлечения глин низкой кондиции, новых видов природного и техногенного сырья является в настоящее время актуальной задачей. Не менее актуальна разработка со-

ставов и технологий керамических, стеклокерамических и стеклообразных вспененных теплоизоляционных материалов различной прочностности и плотности.

В настоящее время в Сибирском регионе разрабатывается и используется для производства тонкой и строительной керамики сырье ограниченного числа месторождений: трошковские каолиновые глины (Иркутская область), компановские каолиновые глины (Красно-

ярский край), хакасские бентонитовые глины и вороновские гидрослюдисто-каолиновые глины (Томская область). Данные глины используются главным образом для производства керамической облицовочной плитки, санфаянса, фарфора, а также шамотных огнеупоров. Не разрабатываются глины Апрельевского месторождения и кварц-каолиновые россыпи Туганского месторождения (Томская область).

Таблица 1

Материал (глина)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	п.п.п.
Назаровская	62,41	16,86	4,78	0,86	2,03	0,07	2,14	1,5	0,15	9,2
Бадальская	60,91	16,86	4,75	5,47	2,65	0,09	1,79	1,93	0,25	5,3
Южно-Тайгинская	58,67	14,69	6,6	4,72	2,65	0,17	1,71	1,1	0,25	9,44
Омская	61,79	12,35	4,6	6,83	1,42	0,17	1,61	0,2	0,2	10,83
Черногорский аргиллит	62,25	15,85	5,1	1,74	1,77	0,17	1,9	1,15	0,25	9,82
Козульская (Красноярский край)	62,69	16,09	6,85	1,49	1,55	0,11	1,95	1,05	0,15	8,07
Тайгинская	63,52	13,79	5,7	4,09	1,58	0,09	1,2	1,68	0,6	7,75
Кубековская	59,96	13,09	5,3	5,71	2,39	0,02	2,02	2,12	0,83	8,56
Компановская черная	56,42	19,3	0,24	0,56	1,12	0,03	6,25	0,5	0,96	14,69
Вороновская (Томск)	65,53	22,5	1,42	0,85	0,6		0,9	0,04	–	8,16
Трошковская белая (Красноярский край)	48,8	36,8	0,4	1,5	0,56		0,4	0,16	0,5	10,88

Таблица 2

Материал (месторождение)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃ +FeO	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O+K ₂ O	п.п.п.
Пески (Туганское)	98,8	0,48	0,05	0,03	0,26	0,02	–	–	–
Глины (Туганское)	58,68–64,37	24,9–28	1,06–1,08	1,22–1,31	0,91–1,21	0,32–0,7	–	–	7,23–8,84
Антоновские кварциты	97,83	0,51	–	0,34	0,4	–	–	–	0,92
Кварцевый концентрат («Копна»)	98,84	0,64	0,11	0,16	0,08	0,04	–	0,05	0,08
Аргиллитовые глины	57,94	17,45	0,77	8,77	0,76	3,51	–	5,19	5,51
Зола углей (Бородинское)	54,02–55,26	4,4–5,74	0,45–0,5	24,5–25	26,34–33	4,35–5,2	0,54–0,94	0,85–0,9	0,7–1,36
Зола углей (Назаровское)	25,5–42,9	7,18–12,5	0,52–0,77	6,36–16,48	25,13–39,42	2,34–4,54	0,94–4,18	0,72–1,55	0,48–2,52
Зола углей (Березовское)	31,86–42,78	8,41–10,1	0,5–0,65	8–16,1	26,34–33,3	4,85–8,3	1,43–4,04	1,61–2,8	2–6,68
Серпентиновая порода Тейского ГОКа	30,75	7,64	–	11,32	14,28	14,23	–	0,3	16,5

Таблица 3

Виды сырья	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃ +FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п.
Глинистое сырье									
Вскрышная порода КАБ (озерного отложения)	57,38–65,73	13,18–18,21	0,69–0,89	4,52–7,87	1,3–5,42	1,21–3,52	1,82–2,57	1,2–2,3	6,35–12,84
Вскрышная глинистая порода КАБ (покровного отложения)	55,74–73,68	11,27–16,8	0,73–0,96	3,07–9,4	1,08–5,79	0,6–3,21	1,6–2,8	1,7–2,5	7–13,2
Вскрышная глинистая порода изыхских каменных углей	58,26–64,8	13,5–17,8	0,75–1,2	1,74–4,56	1,2–3,6	0,32–1,84	0,39–1,93	1,2–2,4	8,8–11,9
Подстилающая глинистая порода Дубининского угольного месторождения	63,79–71,86	19,1–22,95	1,01–1,24	1,1–2,12	0,39–0,71	0,24–0,97	0,31–2,81	0,08–0,2	2,23–3,71
Высококремнеземистое сырье									
Отсевы обогащения кварцевых песков Верхне-Агашульского месторождения	74,2–83,7	9,8–12,1	0,2–0,4	1,3–1,8	0,9–1,4	0,5–0,8	3,2–4,5	1,5–3,4	0,9–1,76
Регенерированный песок завода «Сибтяжмаш»	93,2–97,6	2,1–3,9	–	1–2,5	0,1–0,3	–	–	–	–
Полевошпатовое сырье									
Отсевы ортофира Курагинского месторождения	65,54–69,9	14,2–14,92	0,18–0,42	3,71–6,77	1–1,24	0,63–0,95	5,42–5,58	4,12–4,44	0,66–0,96
Полевошпатовый продукт обогащения СМК	66,2–68,8	13,1–13,7	–	2,07–5,71	3,35–5,67	1,02–2,83	2,5–3,9	4,43–5,96	0,19–1,6
Железосодержащее сырье (Краснокаменское месторождение)									
Отходы обогащения коренных железных руд	46,1–50,2	10,5–11,9	–	16,7–21,9	14,6–16,8	–	–	–	–
Отходы обогащения валунных железных руд	37,5–42,8	12,3–14,6	–	29,8–34,7	8,3–12,5	–	–	–	–

Производство керамического кирпича базируется главным образом на местных легкоплавких суглинках преимущественно с монтмориллонитовым, глинистым компонентом, иногда монтмориллонито-каолинитовым или монтмориллонито-гидроглинистым, которые в редких случаях могут использоваться без корректировки состава и тщательной подготовки массы. Химический состав глин Сибирского региона приведен в табл. 1.

Алтайский край не располагает сырьевой базой для изготовления керамического кирпича пластическим способом.

Одновременно продолжают накапливаться отходы горной добычи и техногенного силикатного сырья, представляющие интерес для производства строительной керамики. Химический состав вторичного сырья Западной Сибири и Красноярского края приведен в табл. 2 и 3 соответственно.

Технологические характеристики глинистого сырья и эксплуатационные свойства готовых керамических изделий определяются видом и количеством глинистых минералов и примесных оксидов, в частности окислов железа и щелочных металлов.

Первоочередной задачей в оценке керамического сырья является

создание базы данных по месторождениям глины и другим видам керамического сырья на федеральном, региональном и местном уровнях.

Карточка – паспорт на сырье должна включать химический и минеральный составы, основные технологические свойства, регламентированные соответствующим ГОСТом с разделением глины на классы.

Назрела необходимость создания компьютерных программ, обеспечивающих получение достаточно близких к реальным значениям технологических характеристик сырья и свойств готовых изделий в зависимости от химического и минерального состава глины и рекомендуемых способов формования и введения добавок, улучшающих свойства изделий. Работы сотрудников кафедры технологии силикатов приблизили решение такой задачи.

Сырье, пригодное для пластического формования, определяют по значению пластичности. Однако не каждое пластичное глинистое сырье гарантирует высокое качество продукции, полученной по пластической технологии, в частности это относится к сырью с монтмориллонитовой глинистой составляющей. Кроме того, имеются границы пластичности и связующей способности глины для полусухого формования.

Фирмой «Баскей» (Новосибирск) разработана установка, обеспечивающая подготовку низкопластичных суглинков и супесей для получения методом полусухого прессования кирпича, отвечающего требованиям ГОСТ.

В Сибирском регионе конкурентоспособный кирпич выпускают два кирпичных завода в Красноярске (испанская технологическая линия), завод в Ленинске-Кузнецком Кемеровской области, два завода в Томске – Копыловский керамический завод (югославская линия) и завод «Карьеруправление» (отечественная технологическая линия).

Керамический кирпич высокого качества в Красноярске выпускается за счет композиций легкоплавкого суглинка с компановской глиной. Также там выпускают светлый кирпич песочного цвета на базе светложгущихся глины. Любая добавка светложгущихся глины отражается на морозостойкости. При резком снижении морозостойкости требуется вводить плавни, что не всегда дает положительный эффект.

Высокое качество кирпича на Ленинск-Кузнецком заводе (марки 200, 250) обеспечивается благодаря свойствам глинистого сырья.

В результате исследований вещественного состава глинистого сырья

Физико-механические свойства	Пеностекло	Пеноцеолит	Плиты минераловолокнистые
Плотность, кг/м ³	150–200	200–300	150–200
Прочность при сжатии, МПа	0,8–4,5	3,5–6	–
Прочность при изгибе, МПа	–	3,5–6	0,1–0,18
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,064–0,102	0,06–0,063	0,052–0,064
Температурный интервал эксплуатации, °С	–180 – +400	–180 – +900	–180 +50

Копыловского керамического завода на кафедре технологии силикатов Томского политехнического университета было подобрано соотношение двух видов легкоплавких глин с добавкой непластичного компонента, обеспечивающее высокие марки по прочности и морозостойкости лицевого кирпича.

Использование соответствующих видов отходов горной добычи и техногенных отходов позволяет изменить цвет и повысить марку керамического кирпича на основе красных легкоплавких суглинков.

Основным преимуществом лицевого кирпича объемного окрашивания по сравнению с двухслойным ангобированным и глазурованным кирпичом является его долговечность.

Принцип технологии объемного окрашивания заключается в тонком измельчении необходимых добавок в шаровой мельнице, тщательном дозировании всех компонентов массы и смешивании их на глиноперерабатывающем оборудовании с последующей сушкой и термообработкой при температуре не ниже 1060°С.

При выборе экспериментальных составов ориентировались на необходимость получения высокопрочного (марка не ниже М150) морозостойкого (не менее 35 циклов) керамического кирпича светло-желтого цвета из местных низкосортных красножгущихся глин и суглинков методом объемного окрашивания.

В ходе исследований были рассмотрены и проанализированы составы глиняных масс как на основе только красножгущейся глины, так и в смеси с менее чувствительным к сушке красножгущимся суглинком с добавками цветообразующего минерального компонента. Кроме того, с целью регулирования сушильных свойств и интенсификации процесса спекания глинистых композиций опробовалось использование волластонитовой породы и металлургических шлаков.

Высокие значения коэффициента чувствительности к сушке двухкомпонентных масс на основе красножгущейся монтмориллонито-гидрослюдистой глины и вводимой добавки обуславливают возникновение сложностей в процессе сушки сырца, усугубляющихся также тонкодисперсностью непластичной добавки, уплотняющей пластичную массу и ухудшающей теплопроводность слоя. В связи с этим возникает необходимость регулирования поведения при сушке керамических масс, что возможно путем замены части высокочувствительного к сушке глинистого сырья (в данном случае красной глины) на менее чувст-

вительное к сушке глинистое сырье (в нашем случае суглинок каолинито-гидрослюдисто-монтмориллонитового состава).

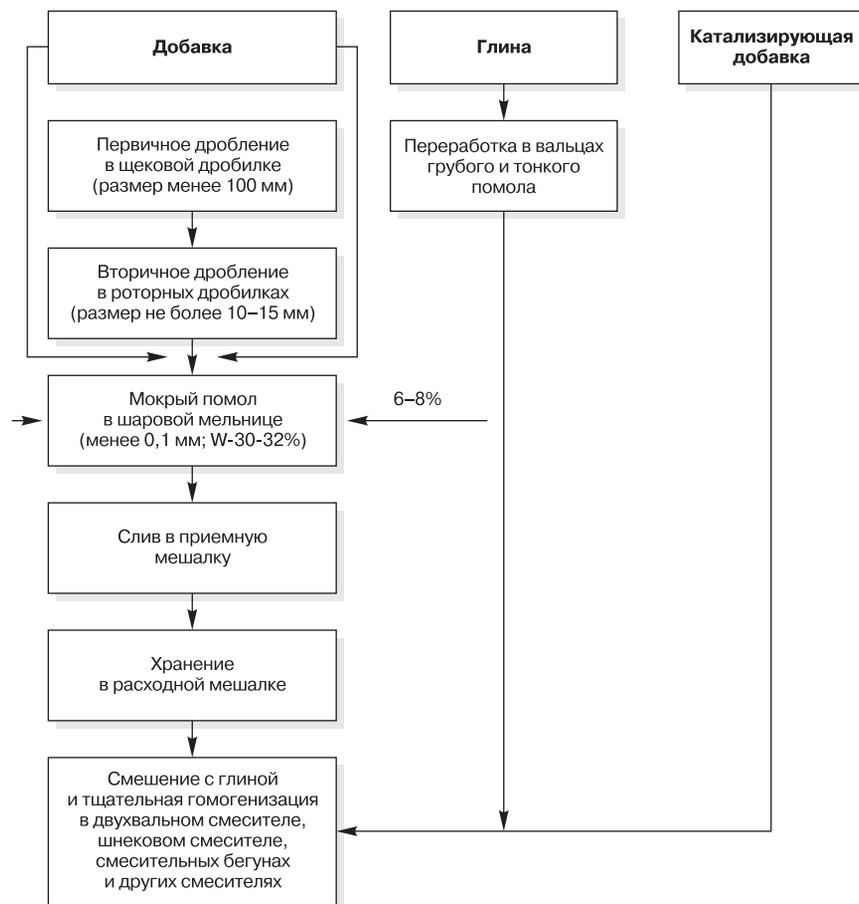
С целью повышения прочности изделий использовалось введение специальных упрочняющих добавок, функции которых сводятся к активации процесса спекания либо за счет собственного плавления, либо за счет образования легкоплавких композиций при взаимодействии с продуктами обжига керамической массы. В качестве такой добавки в работе был выбран металлургический шлак — отход металлургических производств Новокузнецка.

Известно, что применение металлургических шлаков в технологиях керамического кирпича позволяет решить комплекс вопросов улучшения качества масс, полуфаб-

риката и в конечном счете готовых изделий. В частности, это позволяет улучшить сушильные свойства сырца, повысить прочность и морозостойкость готового изделия.

Было установлено, что использование металлургического шлака весьма эффективно как для снижения чувствительности к сушке формовочных масс (приблизительно в 2 раза), так и для повышения прочности изделий на 1–2 марки.

Разработанный керамический кирпич по внешнему виду и физико-механическим свойствам удовлетворяет требованиям ГОСТ 7484–78 «Кирпич и камни керамические лицевые»: по механической прочности соответствует марке не менее М150–175, морозостойкость кирпича составляет не менее 35 циклов, изделия отличаются ровно-



Технологическая схема подготовки и введения цветообразующей добавки

стью светло-желтой окраски и чистой тоной.

Достигнуть ожидаемых результатов можно при условии выполнения ряда условий (см. рисунок).

Остро стоит вопрос получения долговечных утеплителей. Наиболее надежным и долговечным жестким теплоизоляционным материалом является пеностекло. Пеностекло — высокопористый теплоизоляционный материал с замкнутой ячеистой структурой, представляющий собой застывшую стеклянную пену с размером ячеек 1–3 мм. Пеностекло получают при термическом нагреве до 720–850°C тонкомолотой шихты, состоящей из стекла и газообразователя.

Основные свойства пеностекла: плотность 120–220 кг/м³; коэффициент теплопроводности 0,05–0,09 Вт/(м·К); прочность при сжатии 0,5–2 МПа; прочность при изгибе 0,5–1 МПа; водопоглощение 5–10 об. %.

Условия эксплуатации: температура среды –190–450°C; относительная влажность среды — до 97%.

Пеностекло может применяться как теплоизоляционный материал для жилых и промышленных зданий, энергетических установок, тепломаршруталей и другого трубопроводного транспорта.

Аналогом пеностекла является пенокристаллический материал из цеолитовых пород — пеноцеолит. Температура его вспучивания составляет 850–1180°C в зависимости от состава.

Сравнение физико-механических свойств блочного пеноцеолита с другими пористыми строительными материалами приведено в табл. 4.

Пеностекло и пеноцеолит можно выпускать гранулированными.

Эффективно использование природного и техногенного силикатного сырья для получения пенокерамических теплоизоляционных материалов холодного вспучивания или вздуховлечения по типу ультролегковесных огнеупоров и пенобетонов с последующим обжигом при температурах 900–1000°C.

Перспективными для этих целей являются волластонитовые, серпентинитовые, тремолитовые породы, нефелиновый шлам, цеолитсодержащее сырье, микрокремнезем — отход производства кремния и ферросплавов.

Эти виды сырья опробованы также при получении теплозвукозащитных материалов на основе композиций жидкое стекло — дисперсный силикатный наполнитель — пеноси-

ликат. Температура вспенивания составляет 350–500°C.

Пеносиликат обладает комплексом уникальных свойств, главные из которых: плотность 50–200 кг/м³; коэффициент теплопроводности 0,0035–0,065 Вт/(м·К); предел прочности при сжатии 0,08–0,74 МПа. Пеносиликат является абсолютно негорючим материалом и при температуре выше 450°C наблюдается оплавление поверхности. Пеносиликат — экологически чистый материал, не привлекает внимания грызунов, устойчив к различным микроорганизмам.

Свойства пеносиликата обуславливают его применение в качестве утеплителя и звукоизолятора при возведении жилых, административных и производственных зданий, для тепловой изоляции воздушного трубопроводного транспорта. По таким свойствам, как плотность и теплопроводность, пеносиликат не уступает пенополистиролу.

В заключение следует подчеркнуть, что практически все виды силикатного сырья Сибири могут быть эффективно использованы в производстве строительных керамических и теплоизоляционных материалов.

	<p style="text-align: center;">Ведущие региональные строительные выставки</p>	
<p>21-24 сентября 2004</p>		
<p>3-я Специализированная Выставка СТРОИТЕЛЬСТВО УРАЛ</p>		
<p>Екатеринбург, ВЦ КОСК "РОССИЯ"</p>		
<p>Организаторы:</p>   <p>RTE - Moscow Тел.: +7 (095) 101-4407 Факс: +7 (095) 105-7504 E-mail: build@rte-expo.ru http:// www.rte-expo.ru</p> <p>RTE - Ural г. Екатеринбург Тел.: +7 (3432) 179-069 Факс: +7 (3432) 179-067 E-mail: build@rte-ural.ru</p>	<p>При поддержке:</p>  <p>Информационные спонсоры:</p>     	

Т.П. БЕЛОГУРОВА, научн. сотрудник, О.Н. КРАШЕНИННИКОВ, канд. техн. наук, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (Апатиты)

Утилизация вскрышных пород Хибинских апатитнефелиновых месторождений в строительстве

В Мурманской области эксплуатируется несколько месторождений апатитнефелиновых руд, входящих в состав Хибинского щелочного массива. Ежегодно ОАО «Апатит» производит более 9 млн т апатитового и 1 млн т нефелинового концентратов. При этом на 1 т вырабатываемых концентратов попутно добывается около 2 м³ вскрышных (вмещающих) пород, складываемых в специальные отвалы, объемы которых исчисляются сотнями миллионов кубометров. Удельные земельные нарушения ОАО «Апатит» для подземных и открытых рудников достигают на 1000 т добытой руды соответственно 0,026 и 0,047 га [1].

Одна из причин, по которой вскрышные породы рудников ОАО «Апатит» не применяются в строительстве, состоит в том, что их главным породообразующим минералом является нефелин, который в соответствии с ГОСТ 23845–86 относится к вредным примесям. При содержании его в породах более 10% необходимо проведение исследований, устанавливающих возможность их использования. Поскольку в наиболее распространенных породах ийолит-уртитового состава содержится не менее 50% нефелина, в лаборатории бетонов ИХТРЭМС КНЦ РАН с участием лабораторий НИИЖБ, СоюздорНИИ, ЦНИИС выполнен комплекс исследований, связанных с изучением хибинских

вскрышных пород и заполнителей из них.

Для проведения исследований совместно с представителями геологической службы ОАО «Апатит» на рудниках «Восточный» и «Центральный» были отобраны многотоннажные технологические партии скальных вскрышных пород – уртитов и рисчорритов.

В табл. 1 представлен минеральный состав уртитов и рисчорритов.

По физико-механическим показателям исследуемые вскрышные породы относятся к плотным (2690–2790 кг/м³), прочным (прочность при сжатии – 160–280 МПа) породам с низкими значениями водопоглощения (менее 0,4%) и истираемости (не более 0,15 г/см²) и маркой по морозостойкости F300. Кроме того, данные породы относятся к классу декоративного камня, особенно измененные (шпрейштейнизированные) разновидности, что представляет интерес для их использования в производстве мозаичных полов, облицовочных изделий и т. д. По радиационному фактору породы преимущественно относятся к 1 классу и могут использоваться в строительстве без ограничений [2].

В табл. 2 приведены физико-механические свойства щебня из уртитов и рисчорритов. Испытаниями установлено, что щебень из вскрышных пород отвечает основ-

ным требованиям ГОСТ 8267–93. Таким образом, исходя из требований действующих стандартов заполнители из нефелинсодержащих пород могут быть использованы для строительных работ. Мелкий заполнитель соответствующего зернового состава также отвечает требованиям ГОСТ 8736–93 на песок для строительных работ.

На основе уртитового и рисчорритового заполнителей подобраны составы тяжелого бетона – монолитного и сборного, нормального твердения и ТВО. В качестве мелкозернистого заполнителя использовались отсева от дробления одноименных вскрышных пород или речной песок. Контрольные составы изготавливались на гранитном щебне и речном песке. Результаты физико-механических испытаний бетонов позволяют утверждать, что разработанные составы бетонов на основе уртитового и рисчорритового заполнителей обеспечивают получение тяжелого бетона нормального твердения и ТВО марок в пределах М400. При этом бетон на нефелинсодержащих заполнителях и отсевах дробления данных пород не уступает по прочностным показателям бетону контрольного состава [3].

Для определения деформационных показателей бетона при кратковременном и длительном воздействии внешней нагрузки совместно с НИИЖБ были проведены испытания образцов-кубов и призм. Сравнение полученных результатов [4] с аналогичными данными для тяжелых бетонов на гранитном заполнителе позволяет заключить, что бетоны на основе щебня из нефелинсодержащих пород не уступают равнопрочным тяжелым бетонам на традиционном заполнителе.

Для изучения взаимодействия минералов нефелинсодержащих пород с цементным камнем (ЦК) в бетоне были изучены влияние нефелинсодержащих пород в условиях ТВО на фазовый состав ЦК, макро- и микроструктура бетонов на нефелинсодержащих породах и проведено сравнение характерис-

Таблица 1

Наименование минерала	Содержание, мас. %	
	Уртит	Рисчоррит
Нефелин	71,6	43,5
Полевые шпаты	8,4	30,1
Пироксены	14	13,5
Сфен	3,9	6
Апатит	1	3
Титаномагнетит	0,5	0,9
Слюды	0,1	0,7
Прочие	0,5	2,3

Показатель	Щебень из уррита, фракция, мм			Щебень из рискоррита, фракция, мм		
	5–10	10–20	20–40	5–10	10–20	20–40
Насыпная плотность, кг/м ³	1480	1520	1550	1360	1420	1480
Пустотность, %	50,1	48,6	45,5	50,3	49,9	47,8
Водопоглощение, %	2,2	1,3	0,4	1,9	1,1	0,6
Содержание зерен слабых пород, %	2,8	0,5	0,2	4	0,7	0,3
Содержание пластинчатых и игловатых зерен, %	12,2	10,3	4,6	13	7,5	2,8
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	0,1	0,18	0,16	0,4	0,3	0,1
Потеря массы после сжатия в цилиндре, % (над чертой); марка по дробимости (под чертой)	<u>15,5</u> 1200	<u>14,7</u> 1200	<u>15,9</u> 1200	<u>14,6</u> 1200	<u>11,6</u> 1400	<u>12,3</u> 1200
Потеря массы после испытания в полочном барабане, % (над чертой); марка по истираемости (под чертой)	<u>5,2</u> И2	<u>24,1</u> И1	<u>28,7</u> И2	<u>19,8</u> И1	<u>22,2</u> И1	<u>18,3</u> И1
Потеря массы после 150 циклов замораживания-оттаивания, %	3,4	2,2	1,5	3,5	3,9	4,5

тик с бетонами на гранитном щебне и кварцевом песке. Количественно определены пористость, интегральная и дифференциальная макропористость бетонов. Качественно (визуально-микроскопически) и количественно (механический контакт растворной части со щебнем) оценено состояние контактной зоны, выявлены структурные особенности сцепления заполнителя с растворной частью.

Установлено, что нефелинсодержащие породы характеризуются присутствием в них измененного вторичными процессами полевого шпата в виде мельчайших 2–5×10–30 мкм игольчатых кристаллов, что может привести к образованию дополнительного количества пылевидной фракции в ЦК, которая уплотняет его структуру, делая ее более мелкопористой. На макроструктуру ЦК и растворную часть бетона влияет количество, дисперсность и минеральный состав пылевидной фракции. Не обнаружено соединений, образующихся в результате химического взаимодействия нефелинсодержащих пород с составляющими ЦК и

приводящих к деструктивным процессам в бетоне. Интенсификация фазообразования вторичных продуктов в нефелине в условиях ТВО практически не влияет на минерально-структурный состав ЦК и структуру бетона в целом. По макроструктуре бетон на вскрышных породах практически не уступает бетону на граните и кварцевом песке, при этом более благоприятно на структуре сказывается использование одной породы в качестве крупного и мелко заполнителей.

Рассмотрено взаимодействие с цементом главных породообразующих минералов вскрышных пород: нефелина, эгирина, полевого шпата и сфена. Состояние контактной зоны характеризовалось несколькими уровнями: от механического сцепления (с четкой границей раздела заполнитель – ЦК) до химического взаимодействия в зависимости от степени размывания этой границы (слабое, среднее и сильное), вплоть до образования адгезионной каймы. На рис. 1 приведены количественные показатели механического сцепления и химического взаимо-

действия различной степени в контактной зоне уррита. Как видно из рисунка, уменьшение доли механического контакта при увеличении сроков нормального твердения или ускорения его за счет ТВО свойственно всем минералам. Однако среди них нефелину присуще более активное химическое взаимодействие.

Исследования сколов образцов зерен нефелина и цемента с помощью растрового электронного микроскопа свидетельствуют о хорошем контакте минералов с затвердевшим ЦК. Для контактной поверхности исследованных минералов и цемента характерны новообразования гидросиликатов кальция, игольчатых кристаллов этрингита и пластинок гидроксида кальция. Те же продукты гидратации (гидросиликаты кальция, гидроалюминаты, гидрогранаты и т. д.) наблюдаются и в порах ЦК (рис. 2), что подтверждено рентгенографическими исследованиями. Результаты микрозондового анализа показали, что изменение концентрации основных химических элементов, включая калий и натрия, на контакте нефелина с цементным камнем

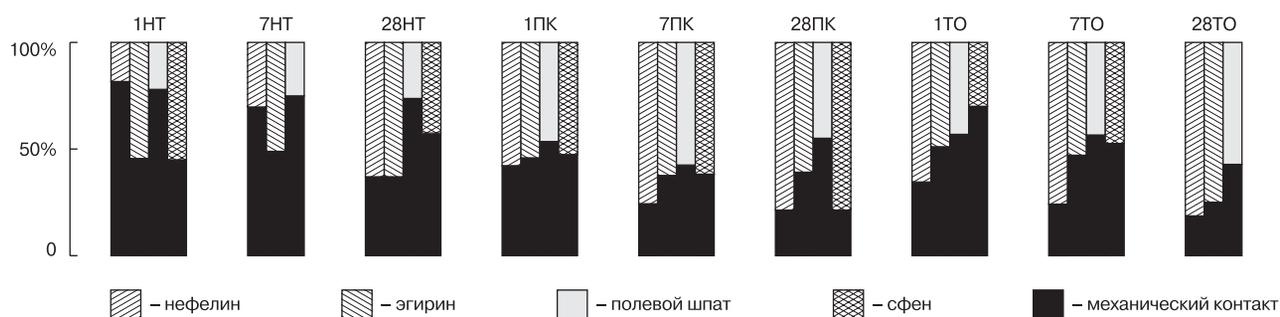


Рис. 1. Взаимодействие породообразующих минералов уррита с цементом. Условия твердения бетона: НТ – нормальное твердение; ПК – пропарка; ТО – тепловая обработка в горячей воде; 1, 7, 28 – срок твердения, сут

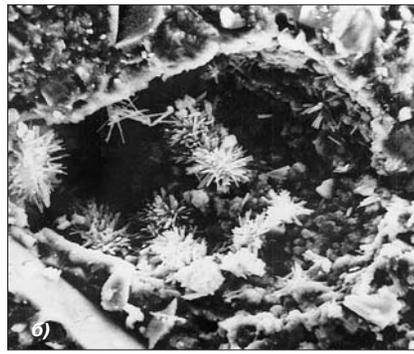
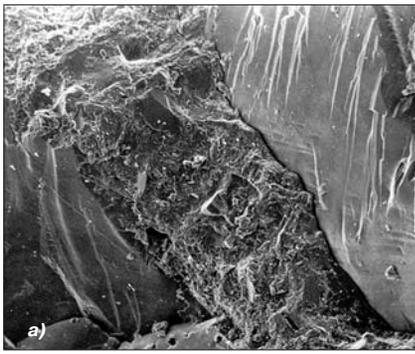


Рис. 2. Цементный камень с зернами нефелина (а) и характерные образования в поре цементного камня (б). Увеличение 450

происходит практически скачкообразно (на глубине нескольких микрон) и не затрагивает контактную зону.

Таким образом, микроскопическими исследованиями установлено, что в пропаренных цементных образцах с различными минералами интенсифицируется образование вторичных продуктов, которые типичны для гидратированного цемента и не приводят к деструктивным изменениям в бетоне. В целом исследования показали, что структура бетонов на нефелинсодержащих породах по качественным показателям не отличается от таковой для бетонов на традиционных заполнителях [5].

Для оценки воздействия факторов внешней среды, влияющих на изменение свойств бетона на нефелинсодержащих заполнителях при его эксплуатации, были проведены исследования стойкости таких бетонов в различных средах [6]: воздушно-сухие и воздушно-влажные, длительное воздействие водных сред с уровнем рН 7–10, попеременное насыщение водой и высыхание. Стойкость бетонов в установленные ГОСТом сроки (1, 3, 6 и 12 мес) определялась по изменению внешнего вида, массы, скорости прохождения ультразвука, размеров, прочности при сжатии и на растяжение при изгибе. Кроме того, изучена структура бетонов, хранившихся в различных средах, с помощью оптической и

электронной микроскопии, методами термографии и рентгеномископии. Результаты испытаний показали, что в бетонах после года испытаний практически отсутствуют деформации расширения. Образцы бетонов в изучаемых средах не снизили по сравнению с первоначальными значениями показателей прочности; скорость прохождения ультразвука в бетонах через год испытаний осталась выше первоначальной, что свидетельствует о сохранности структуры бетонов (рис. 3).

Исследованием микроструктуры бетона с помощью поляризационного и электронного микроскопа установлено, что образцы, хранившиеся в жидких средах, имеют несколько большую степень гидратации, чем образцы, хранившиеся на воздухе. Микроструктура бетона, хранившегося в жидкой среде с рН 10, отличается наличием более мелких кристаллов этрингита. В то же время в порах в большом количестве присутствуют крупные агрегаты пластинчатых кристаллов гидроксида кальция, кристаллизация которого ускоряется из-за повышенной концентрации в растворе ионов гидроксидов. Результаты годичных испытаний свидетельствуют о возможности использования нефелинсодержащих пород в качестве заполнителей бетонов, эксплуатирующихся в условиях подземных выработок на рудниках ОАО «Апатит».

Исследования коррозионной стойкости арматуры в бетоне на не-

фелинсодержащих заполнителях проводились по специальной методике НИИЖБ, включающей электрохимические испытания стали, определение рН жидкой фазы бетона и диффузной проницаемости для углекислого газа. Состояние арматуры оценивали по характеру анодных поляризационных кривых стали в исследуемых бетонах [7]. Полученные анодные поляризационные кривые стали в бетоне на нефелинсодержащих заполнителях (рис. 4), снятые в исходном состоянии, после 3 и 6 мес попеременного увлажнения-высыхания и после года хранения в атмосферных условиях Москвы, подтверждают пассивное состояние стали в бетоне на нефелинсодержащих заполнителях всех составов; рН жидкой фазы бетонов превышает 11,8 и обеспечивает пассивацию стали.

Положительные результаты исследований позволили совместно с НИИЖБ разработать ТУ 66.024–90 «Бетон тяжелый на основе заполнителей из уррита и рисчоррита для промышленного и гражданского строительства». Данные технические условия распространяются на бетоны для монолитных и сборных бетонных и железобетонных деталей, изделий и конструкций, эксплуатирующихся в неагрессивных газозвудушных средах.

С целью расширения области применения вскрышных пород совместно с СоюздорНИИ было проведено изучение возможности использования этих материалов для строительства автомобильных дорог, устройства оснований и щебеночных покрытий, получения асфальтобетонных смесей и цементных дорожных бетонов.

Установлено, что получаемые в результате переработки вскрышных нефелинсодержащих пород щебеночно-песчаные смеси или фракционированный щебень соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам для дорожного строительства. Показано, что щебень из урритов и рисчорритов может быть использован в качестве основного материала для строительства оснований дорожных одежд по способу заклинки, а щебеночно-песчаные смеси могут быть применены для устройства щебеночных оснований и для строительства щебеночных покрытий на дорогах IV–V технических категорий во всех дорожно-климатических зонах.

С целью практического применения полученных результатов на технологическом оборудовании 3-й апатитонепелиновой фабрики ОАО «Апатит» (АНОФ-3) была проведена опытно-промышленная проверка технологии переработки скальных

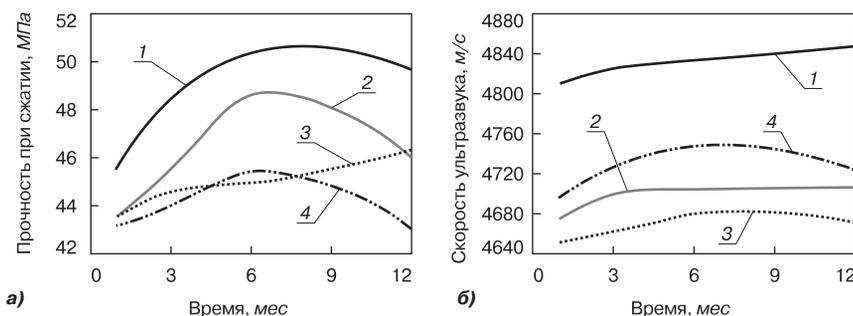


Рис. 3. Изменение предела прочности при сжатии (а) и скорости прохождения ультразвука (б) образцов бетона, хранившихся в течение 1 года в различных средах: 1 – водопродовная вода (рН=7); 2 – жидкая среда (рН=10); 3 – воздушно-сухая среда; 4 – попеременное увлажнение-высыхание

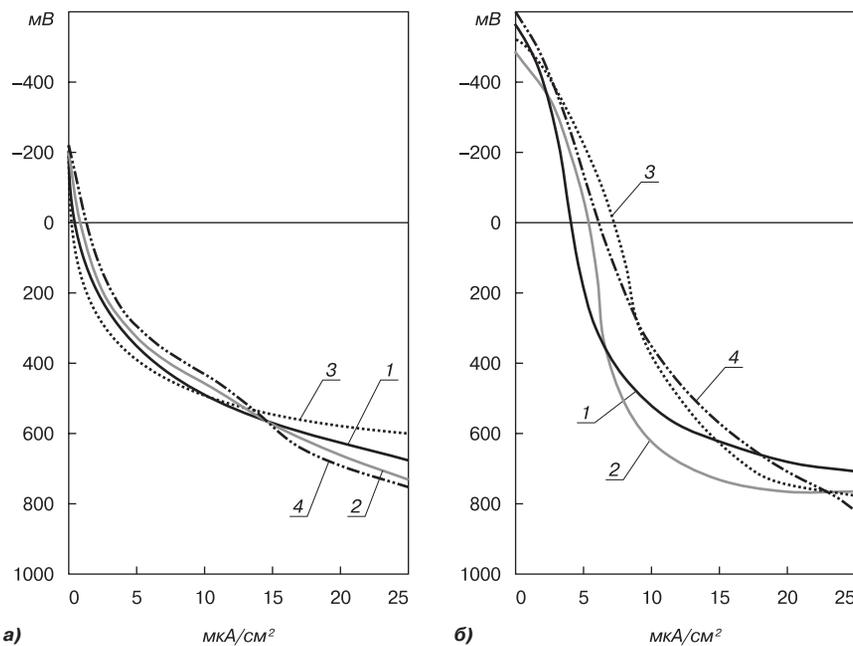


Рис. 4. Анодные кривые стали в бетоне на нефелиновых заполнителях: а – в исходном состоянии; б – после года хранения в атмосферных условиях. Составы: 1 – на рисчорритовом щебне и кварцевом песке; 2 – на рисчорритовом щебне и рисчорритовом песке; 3 – на уртитовом щебне и кварцевом песке; 4 – на уртитовом щебне и уртитовом песке

вскрышных пород. Установлено, что переработка вскрышных нефелинсодержащих пород на производственном оборудовании позволяет получать такие материалы, как фракционированный щебень и щебеночно-песчаные смеси, обладающие требуемыми техническими характеристиками.

По результатам проведенных исследований разработаны ТУ 113-12-1-12-88 «Порода скальная дробленая рудника «Восточный» ОАО «Апатит» и ТУ 113-00-77-15-89 «Смеси щебеночно-песчаные из породы скальной дробленой рудника «Центральный» ОАО «Апатит».

Исследования асфальтобетонов на основе щебня из уртитов и рисчорритов, природного песка и минерального порошка из отсеков дробления по всем показателям соответствуют требованиям ГОСТ 9128-97. Установлено, что по показателям пластичности и условной жесткости они не уступают горячим асфальтобетонам для верхних слоев покрытий, в меньшей степени подвержены старению, чем асфальтобетоны с использованием традиционных каменных материалов, а также обладают высокой износостойкостью и достаточным модулем упругости, что гарантирует надлежащую работоспособность покрытий. Совместно с лабораторией каменных материалов СоюздорНИИ были разработаны ТУ 2025-90 «Смеси асфальтобетонные на основе нефелинсодержащих пород уртит и рисчоррит», которые распростра-

няются на горячие и теплые асфальтобетонные смеси на заполнителях из нефелинсодержащих пород, предназначенные для устройства верхних и нижних слоев покрытий на дорогах I–IV категорий [8].

Для изучения возможности использования нефелинсодержащих пород в качестве крупного заполнителя в дорожных цементных бетонах были проведены специальные исследования, учитывающие возможность эксплуатации таких бетонов при неблагоприятных условиях в растворах хлористых солей, моделирующих воздействие антигололедных реагентов. Результаты испытаний показали, что заполнитель из нефелинсодержащих пород позволяет получить при нормальном твердении бетон с маркой по морозостойкости F200 и более. Совместно с отделом цементобетонных покрытий и лабораторией технологии строительства бетонных дорожных и аэродромных покрытий СоюздорНИИ разработаны ТУ 66.023-90 «Смеси бетонные и бетон на основе продуктов дробления вскрышных нефелинсодержащих пород уррита и рисчоррита ОАО «Апатит» для дорожного строительства», предназначенные для монолитных и сборных покрытий и оснований, автомобильных дорог всех категорий.

Таким образом, проведенные исследования доказали возможность использования вскрышных скальных нефелинсодержащих пород в строительстве. Внедрение полученных результатов будет способ-

ствовать решению проблем утилизации отходов и улучшения экологической ситуации в Мурманской области.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Ведущие научные школы».

Список литературы

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области в 2002 году. Мурманск: Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Мурманской области. 2003. 130 с.
2. Мельник Н.А. Радиогеоэкологические аспекты безопасности использования горнопромышленных отходов Кольского региона в производстве строительных материалов. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 2003. 114 с.
3. Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П. Комплексное использование апатито-нефелиновых руд ОАО «Апатит» // Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова. Ч. 2. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 2003. С. 7–22.
4. Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П., Лалайц Н.Г. Нефелинсодержащие заполнители и деформационно-прочностные свойства тяжелых бетонов на их основе // Горнопромышленные отходы как сырье для производства строительных материалов. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 1992. С. 27–33.
5. Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П., Цветкова Т.В. Влияние минерального состава уртитового заполнителя и условий твердения бетона на формирование контактной зоны // Комплексное использование минерального сырья в строительных и технических материалах. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 1989. С. 22–25.
6. Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П., Беляевский А.Т. К вопросу коррозионной стойкости бетона на нефелинсодержащих заполнителях в условиях подземных выработок рудников АО «Апатит» // Химия, технология и свойства силикатных материалов. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 1999. С. 122–129.
7. Крашенинников О.Н., Степанова В.Ф. Коррозионная стойкость арматуры в бетоне на нефелиновых заполнителях // Бетон и железобетон. 1995. № 6. С. 16–18.
8. Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П., Полякова А.И., Фурсов Г.С. Вскрышные нефелинсодержащие породы и их применение // Автомобильные дороги. 1990. № 5. С. 16–17.



К 100-летию П.И. Боженова

В июне 2004 г. научная и инженерная общественность отметила 100-летие со дня рождения выдающегося инженера и ученого России Петра Ивановича Боженова (1904–1999).

Почетный академик РААСН, действительный член Петербургской академии наук, заслуженный деятель науки и техники

РСФСР, лауреат Ленинской премии, доктор технических наук, профессор П.И. Боженов многие десятилетия трудился в Ленинграде, Санкт-Петербурге. Он в разные годы был ректором Ленинградского инженерно-строительного института, директором Ленинградского филиала Академии строительства и архитектуры, более сорока лет возглавлял кафедру строительных материалов ЛИСИ.

Обширный диапазон научных интересов ученого охватывал большую группу строительных материалов. Широко известны его работы в области гипсовых вяжущих, цементов, материалов автоклавного твердения. П.И. Боженов с учениками разработали новый метод получения цветного цемента, он возглавлял исследова-

ния и внедрение в практику разнообразных силикатных стеновых материалов.

Длительное время ученый развивал направление по изучению и использованию многотоннажных отходов, образующихся от переработки нефелиновых пород на окись алюминия. Возглавляемой им группой была решена задача получения безобжигового нефелинового цемента. Проблемой экологии П.И. Боженов занимался до последних лет. В 1994 г. вышла его монография «Комплексное использование минерального сырья и экология».

29 июня 2004 г. в Санкт-Петербургском архитектурно-строительном университете прошло торжественное мероприятие, посвященное 100-летию знаменитого коллеги. Отдать дань уважения П.И. Боженову приехали ученые из Москвы, Мурманска, Ростова-на-Дону, Республики Тыва, Украины и других регионов. В библиотеке университета к юбилею была подготовлена выставка печатных работ П.И. Боженова.

П.И. Боженов был активным автором и строгим рецензентом журнала «Строительные материалы» с первых лет его издания. Как научный руководитель и педагог, он способствовал первым выступлениям в научной печати многих молодых ученых. Память о Петре Ивановиче Боженове продолжает жить в его научных трудах и работах его учеников.

Соб. информация

СОБЫТИЯ

Воскресенские чтения

Казанская государственная архитектурно-строительная академия — одно из тех высших учебных заведений, где свято чтут традиции, бережно относятся к ученым, чья деятельность была направлена на развитие вуза, воспитание научно-педагогических кадров. К таким выдающимся ученым, внесшим огромный вклад в развитие отечественной науки в области строительных пластмасс, относится доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации Владимир Александрович Воскресенский.

В честь этого замечательного ученого и педагога 18–19 мая 2004 г. в Казани были организованы и проведены вторые Воскресенские чтения под названием «Полимеры в строительстве», посвященные 90-летию со дня рождения В.А. Воскресенского. Открыл научную конференцию проректор КГАСА В.Н. Сучков приветствием к гостям и участникам юбилейного собрания из многих городов России: Воронежа, Белгорода, Пензы, Рязани, Москвы, Новосибирска, Саранска, Тамбова, Уфы, Набережных Челнов, Чебоксар и др.

С докладом «Реальные возможности применения полимеров в строительстве» выступил организатор и председатель оргкомитета конференции доктор технических наук, профессор В.Г. Хозин — ученик В.А. Воскресенского, возглавивший созданную им кафедру. Этот доклад по ширине охвата проблемы и представленному иллюстративному материалу можно считать одним из основополагающих в области эффективного использования полимеров в современном строительстве.

Интересный и неординарный доклад «Научные представления о полимерных композиционных материалах в рамках учебных программ строительных вузов» был сделан доктором технических наук, профессором В.М. Хрулевым. В нем даны полный анализ состояния и оценка учебных

программ, учебников, учебных пособий, лабораторных практикумов и методических пособий по рассматриваемой проблеме, опубликованных за последние десять лет.

Не менее впечатляющим и насыщенным иллюстрациями был доклад доктора технических наук, профессора В.П. Селяева, посвященный работе эпоксидных и полиэфирных композитов в агрессивных средах. В докладе приведены оценочные характеристики наполненных композитов, ориентированных для работы в конкретных условиях с различными агрессивными компонентами и средами.

Запоминающимися, познавательными и даже поучительными были многие доклады, прозвучавшие на Воскресенских чтениях: доклады В.Ф. Строганова «Эпоксидные адгезивы строительного и конструкционного назначения», Е.М. Готлиб «Антикоррозионные покрытия на основе ПВХ-пластизолой», А.П. Пичугина «Применение эффективных полимерных материалов в сельском строительстве», С.П. Хрушева «Технология полимерпесчаной черепицы из отходов термопластов», Н.Е. Вороновского «Полимерные окна в современном строительстве», В.И. Корчагиной «Экологические проблемы использования полимерных материалов» и др.

К неоспоримым достоинствам чтений следует отнести четкую и отлаженную организацию работы конференции. Намеченная программа научного форума была реализована в полном объеме без срывов и замен, что нечасто встречается в последнее время. На закрытии было принято решение о сокращении интервала между конференциями с пяти до двух-трех лет, что позволит не только чаще встречаться и обсуждать насущные научные проблемы, но и обеспечит преемственность поколений, поможет сохранить память о выдающихся отечественных ученых.

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

Компания «ТехноНИКОЛЬ» завершила очередной инвестиционный проект

На Нижегородском картонно-рубероидном заводе (НКРЗ) – старейшем предприятии отрасли, основанном в 1934 г., а с февраля 2003 г. входящем в компанию «ТехноНИКОЛЬ» – введена в промышленную эксплуатацию новая технологическая линия производства современных наплавленных кровельных материалов итальянской фирмы Boato International – самая мощная и технологичная в мировом производстве кровельных материалов.

Общий объем инвестиций в реконструкцию НКРЗ составил 5 млн евро. Кроме установки новой техно-

логической линии на заводе была проведена модернизация производств рубероида и картона, внедрены современные ресурсосберегающие технологии по оптимизации расходов энергии, газа и воды.

В настоящее время на Нижегородском картонно-рубероидном заводе производятся два вида наплаваемых кровельных и гидроизоляционных материалов – «Линокром» и «Бикрост». В дальнейшем на НКРЗ будет выпускаться полный спектр современных кровельных покрытий компании «ТехноНИКОЛЬ».

Информация компании «ТехноНИКОЛЬ»

На заводе МОСМЕК запущена новая линия окраски профиля

На ЗАО «Завод Мосметаллоконструкция» (г. Видное Московской обл.), который с конца 2001 г. входит в Компанию «РУСАЛ», в июне введена в эксплуатацию новая линия окраски профилей итальянской фирмой TRIVISAN стоимостью 1,6 млн USD, мощностью 1,5 млн м² покрытия в год, которая позволит увеличить производственные мощности завода по покрытиям профилей на 30%.

Линия имеет встроенный туннель для химической подготовки поверхности профилей к окраске. В состав линии включены две кабины для окраски профилей и предусмо-

трены автоматическое переключение с одной кабины на другую, а также возможность поворота профиля на 180° непосредственно в кабине окраски, что позволяет получить более равномерное по толщине покрытие поверхности профилей сложной геометрической формы. Дополнительным преимуществом линии, влияющим на качество окраски, является наличие промежуточной инфракрасной печи, которая предотвращает осыпание порошковой эмали в основной печи полимеризации. Новая технологическая линия обеспечивает гарантированную стойкость защитно-декоративного покрытия более 30 лет.

Соб. информация

Зарубежные производители теплоизоляции расширяют производство в России

Постепенный выход российской экономики из кризиса обусловил подъем строительства. Это, в свою очередь, повлекло увеличение спроса на различные строительные материалы, в том числе теплоизоляционные. Бурно развивающийся российский строительный рынок активно осваивают зарубежные производители теплоизоляции.

В июне начаты работы по строительству второй линии завода ISOVER, который был запущен в январе 2004 г. в подмосковном г. Егорьевске. Вторая очередь включает в себя строительство новых заводских корпусов и еще одной производственной линии. Новый инвестиционный проект французского концерна Saint-Gobain почти вдвое масштабнее предыдущего (в строительстве первой линии Егорьевского завода было вложено около 35 млн евро). Завершить строительство и

пусконаладочные работы планируется летом 2005 г. В результате запуска второй линии на заводе будет создано свыше 100 рабочих мест. Объем производства вырастет более чем в 3 раза и составит около 4,5 млн м³ в год.

В июне же официально **стартовал инвестиционный проект стоимостью 50 млн евро датской группы компаний Rockwool** по строительству второго российского завода теплоизоляционных материалов на основе базальтового волокна в г. Выборге Ленинградской обл. (первый завод Rockwool в России успешно работает в г. Железнодорожный Московской обл. с 1999 г.). Инвестиции осуществляются совместно с Датским инвестиционным фондом по Центральной и Восточной Европе. Строительство нового завода даст г. Выборгу около 150 рабочих мест. Планируется, что первую продукцию он выпустит в начале 2006 г.

По материалам компаний «Сан-Гобэн ИзOVER» и «Rockwool Russia»

Фирма KNAUF продала непрофильную часть российского бизнеса Группе ЛСР

Руководство баварской фирмы KNAUF приняло решение сосредоточить дальнейшее развитие своего бизнеса в ключевой для компании сфере – производстве продукции на основе гипса. В связи с этим было принято решение о переименовании и реорганизации санкт-петербургского предприятия ЗАО «Победа Кнауф», созданного в результате приобретения контрольного пакета акций АОЗТ «Победа» в 1994 г. ЗАО «Победа Кнауф» переименовано в ЗАО «Победа». Из него выделено ЗАО «KNAUF гипс Санкт-Петербург», которое будет выпускать широкий ассортимент гипсовых материалов.

Средства, полученные фирмой KNAUF от продажи керамических производств, будут направлены на инвестиции в Северо-Западном регионе. В частности, предусмот-

рено на ЗАО «KNAUF гипс Санкт-Петербург» построить новый завод по производству гипсового вяжущего, удвоить мощности по выпуску сухих строительных смесей, поставить вторую установку по выпуску пазогребневых плит и, главное, построить новый завод по производству ГКЛ (Кнауф-листов). Эта продукция в настоящее время в регионе не выпускается и существенную долю рынка занимают зарубежные производители, в частности Сургос.

ЗАО «Победа», на балансе которого осталось все керамическое производство, продано санкт-петербургской Группе ЛСР. Таким образом, в собственности Группы ЛСР оказались все крупные предприятия по производству керамического кирпича в Санкт-Петербурге, а также карьеры высококачественного сырья – Никольское и Красный Бор.

По материалам фирмы «KNAUF»

Концентрирование естественных радионуклидов в строительных материалах

Анализ значений естественных радионуклидов (ЕРН) сырьевых материалов и готовой продукции строительного назначения показал, что строительные материалы, получаемые высокотемпературной обработкой, имеют более высокие значения ЕРН по сравнению с материалами гидратационного твердения [1, 2, 3].

В процессе производства керамики, клинкера порландцемента, базальтового волокна, стекла происходит повышение эффективной удельной активности $A_{эфф}$ за счет концентрирования ЕРН по сравнению с исходным значением сырья в 1,1–1,8 раза, что не учитывается ГОСТ 30108–93 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

Для оценки повышения содержания ЕРН в таких материалах и изделиях предлагается новый параметр – коэффициент концентрирования ЕРН ($K_{кц}$, отн. ед.), определяемый по формуле

$$K_{кц} = A_{эфф2}/A_{эфф1}, \quad (1)$$

где $A_{эфф1}$ и $A_{эфф2}$ – эффективные удельные активности ЕРН до и после высокотемпературной обработки.

Для установления фактических значений коэффициента концентрирования ЕРН в строительных материалах, получаемых высокотемпературной обработкой, проводился мониторинг по технологическим переделам предприятий Брянской области.

Базальтовое волокно получают на АП «Комбинат строительных материалов» (г. Брянск) путем распыления базальтового расплава в вакууме. В результате образуются супертонкие волокна. Сравнение радионуклидного состава базальтовой крошки и базальтового волокна подтверждает, что содержание ЕРН в базальтовом волокне возрастает (табл. 1). Коэффициент концентрирования естественных радионуклидов составляет 1,65.

Вклад в эффективную удельную активность радия-226 составляет 26%, тория-232 – 50,5%, калия-40 – 23,4%.

Для мониторинга ЕРН производства керамического кирпича производили отбор проб сырьевых материалов в карьерах глины, после

сушки сырца и после обжига изделий в туннельной печи (табл. 2).

Керамический кирпич на АП «Комбинат строительных материалов» производится с использованием суглинка Елисевицкого месторождения и глины Фокинского месторождения. В качестве выгорающих добавок применяются древесные опилки. Расход сырьевых материалов на 1 тыс. шт. кирпича составляет: суглинок – 3550 кг, глина – 1350 кг, древесные опилки – 100 кг. Получают керамический кирпич способом пластического формования на ленточном вакуум-прессе. Сушку производят в туннельном сушиле до влажности 9–12%. Обжиг – в туннельной печи при температуре 920–950°C.

Полученные результаты подтверждают, что при обжиге происходит увеличение содержания ЕРН.

Повышенная адсорбционная способность глин по отношению к торию-232 и калию-40 определяет значительный вклад этих элементов в эффективную удельную активность керамического кирпича – 48,9% и 42,1% соответственно. На долю радия-226 приходится 9%.

Полученные фактические значения эффективной удельной активности ЕРН в глиняном сырье и обожженном керамическом кирпиче различных предприятий Брянской области позволили рассчитать значения $K_{кц}$. Коэффициент концентрирования ЕРН керамического кирпича меняется от $K_{кц} = 1,12$ (минимальное значение) для ООО «Погарстройсервис» до $K_{кц} = 1,32$ для ЗАО «Строма» (максимальное значение). Среднее значение коэффициента концентрирования составило 1,23.

Для установления границы эффективной удельной активности ЕРН глиняного сырья и получения строительных материалов 1 класса ($A_{эфф} < 370$ Бк/кг) в соответствии с ГОСТ 30108–94 запишем формулу (1) в следующем виде:

$$A_{эффк} = K_{кц} \cdot A_{эффг} \leq 370, \quad (2)$$

где $A_{эффк}$ и $A_{эффг}$ – эффективная удельная активность керамического кирпича и глины соответственно, Бк/кг.

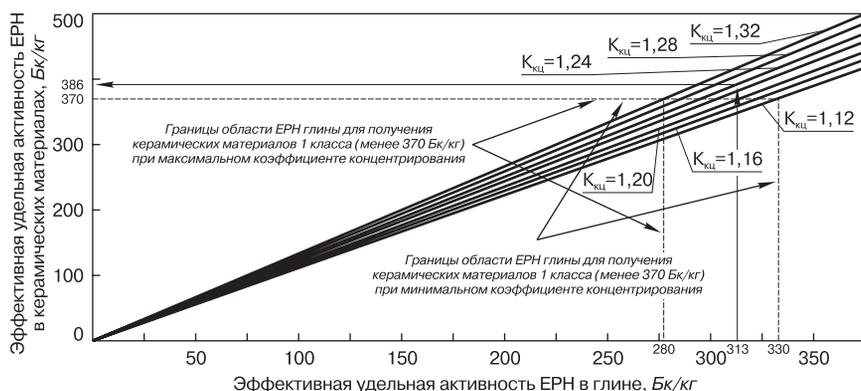
Подставим в (2) среднее значение коэффициента концентрирования для керамического кирпича и определим максимально допустимое значение

Таблица 1

Наименование	Удельная активность, Бк/кг			Эффективная удельная активность, $A_{эфф}$, Бк/кг
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	
Базальтовая крошка	22,2	30,3	344,6	91,2
Базальтовое волокно	39,2	57,8	412,3	150
Коэффициент концентрирования ($K_{кц}$)	1,8	1,9	1,2	1,65

Таблица 2

Наименование материала	Содержание компонентов, %	Удельная активность, Бк/кг			Эффективная удельная активность, $A_{эфф}$, Бк/кг
		^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	
Суглинок	69	8,7±3	31,4±3	527±65	94,7±7
Глина	27	49,4±9	54±6	790±76	187,3±12
Опилки	2	0	0	0	0
Необожженный керамический кирпич	100	8,9±2	30,8±3	540±66	95,1±7
Обожженный керамический кирпич	100	10,9±4	45,4±5	603,4±69	121,7±10
Коэффициент концентрирования ($K_{кц}$)	–	1,23	1,47	1,12	1,28



Зависимость эффективной удельной активности ЕРН в керамических материалах от коэффициента концентрирования $K_{кц}$ и содержания ЕРН в глине

ние естественных радионуклидов в глине, используемой для производства керамического кирпича при среднем значении $K_{кц} = 1,23$, которое равно $A_{эффггл} = 370 / K_{кц} \leq 300$ Бк/кг.

Для максимального значения коэффициента концентрирования $K_{кц} = 1,32 - A_{эффггл} = 370 / 1,32 \leq 280$ Бк/кг.

Для учета коэффициента концентрирования ЕРН в керамических материалах рассчитаны значения эффективной удельной активности, позволяющие получать из глинистого сырья изделия 1 класса в соответствии с ГОСТ 30108-94. Зависимость эффективной удельной

активности ЕРН в керамических материалах от коэффициента концентрирования $K_{кц}$ и содержания ЕРН в глине представлена на рисунке.

Так, при минимальном значении $K_{кц} = 1,12$ содержание ЕРН в глинистом сырье не должно превышать 330 Бк/кг, при максимальном $K_{кц} = 1,32 - 280$ Бк/кг.

В случае превышения в глинах эффективной удельной активности ЕРН, приводимой на рисунке, получаемые керамические материалы будут относиться ко 2 классу по радиационной безопасности в соот-

ветствии с ГОСТ 30108-94, и использовать их можно только для строительства промышленных зданий и сооружений.

Таким образом, мониторинг ЕРН строительных материалов, получаемых в результате высокотемпературной обработки на предприятиях Брянска, подтвердил концентрирование естественных радионуклидов, что не учитывается ГОСТ 30108-94. Поэтому необходима новая редакция этого ГОСТа, в которой должно быть предусмотрено снижение границы эффективной удельной активности естественных радионуклидов с учетом коэффициента концентрирования, особенно для сырья керамических материалов.

Список литературы

1. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. М.: Энергоатомиздат. 1989. 120 с.
2. Лукутцова Н.П., Козлов О.Ю., Крупный Г.И. и др. Радиационная безопасность строительных материалов и промышленных отходов // Атомная энергия. 2001. Т. 90. Вып. 4. С. 277-284.
3. Лукутцова Н.П. Строительные материалы в экологическом аспекте. Брянск: Изд-во БГИТА. 2001. 215 с.

МИР НЕДВИЖИМОСТИ
3-й салон недвижимости и дизайна интерьеров

МИР БЕЗОПАСНОСТИ
5-я специализированная выставка оборудования и услуг для безопасности бизнеса и дома

16-18 СЕНТЯБРЯ 2004

Тверь
Дворец спорта
"ЮБИЛЕЙНЫЙ"

Стройэкспо
8-я специализированная строительная выставка

(0822) 33-52-07, 49-08-09 WWW.MAXINFORM.RU

22-24 сентября

ВОРОНЕЖ

межрегиональная
отраслевая выставка

СТРОИТЕЛЬСТВО

КРУПНЕЙШАЯ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ

Стройка

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР

Организаторы выставки:
Выставочное объединение "ЭкспоСити"
Выставочный Центр "ВЕТА"

Вета
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Тел./факс:
(0732) 51-20-12, 77-48-36
E-mail: stroy@veta.ru
www.veta.ru

В.А. ХУДЯКОВ, канд. техн. наук, Л.В. ЛЕВИЦКАЯ, инженер,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Химически стойкие эпоксидные композиты

Исходя из концепции энерго- и ресурсосбережения правительства Пензенской области на кафедре «Строительные материалы» были проведены исследования по разработке новых строительных материалов на основе крупнотоннажных и трудноутилизуемых промышленных отходов для защиты от коррозии конструкций и оборудования на предприятиях химической промышленности.

Особенность эксплуатации строительных конструкций и технологического оборудования на крупных объектах по выпуску азотных удобрений заключается в воздействии на них жидких и газообразных азотнокислых соединений. Материалы строительных конструкций подвергаются интенсивному разрушению и требуют проведения ежегодных дорогостоящих мероприятий по капитальному ремонту и восстановлению (рис. 1).

Для эффективной защиты можно рекомендовать полимерные композиционные материалы, модифицированные специальными добавками, повышающими их химическую стойкость. В качестве дисперсного наполнителя такие материалы содержат крупнотоннажные, трудноутилизуемые отходы химической промышленности, химический состав которых эффективен для защиты от коррозии. Это позволяет наряду с решением основной задачи защиты от коррозии значительно расширить сырьевую базу для производства новых строительных материалов, решать природоохранные и экологические вопросы.

Кроме того, для повышения деформативных показателей в составы химостойких композитов предлагается вводить в качестве дисперсного армирующего материала волокнистые отходы некоторых предприятий Республики Мордовии. Территориальное соседство, наличие большого количества волокнистых отходов делают актуальным создание таких композитных материалов [1].

В качестве связующего для композитных материалов применяли модифицированную эпоксидную смолу марки ЭД-16 с отвердителем полиэтиленполиамином [2]. В качестве основного наполнителя использовали высокодисперсные отходы стекольной промышленности, стройиндустрии и кварцевый

песок, в качестве дисперсного армирующего материала – волокнистые промышленные отходы.

Полимерную композицию готовили по принципу раздельной технологии [3]. Связующее разогревали на водяной бане до температуры 60–80°C, далее в связующее во избежание его мгновенного затвердевания вводили часть от расчетного количества модификатора и отвердителя. Параллельно готовился бинарный наполнитель, представляющий собой смесь высокодисперсного и мелкозернистого наполнителей. После гомогенизации наполнитель смешивали со смолой. Смесь охлаждали до температуры 20–40°C. В охлажденную композицию вводили дополнительно необходимое до расчетного количества отвердителя и модификатора, после чего массу вновь тщательно перемешивали.

В качестве основного наполнителя использовали тонкодисперсные отходы стройиндустрии, стекольной промышленности, кварцевый песок; в качестве дисперсного армирующего материала – волокнистые промышленные отходы. Волокнистые отходы предварительно просушивали при температуре 60–70°C, затем размалывали до удельной поверхности 4000 см²/г, а тонкодисперсные отходы – до 11400 см²/г.

Надежность и химическая стойкость композиционных материалов в химически агрессивных средах зависит от плотности структуры композита. Максимально плотная упаковка достигается за счет оптимального соотношения всех компонентов. Оптимальный состав определяли как расчетным, так и экспериментальным путем.

Лучшие механические характеристики показали композиции, наполненные тонкодисперсными отходами и кварцевым песком, их плотность составляет 1240–1460 кг/м³, а на основе тонкодисперсных отходов и оптического стекла – 1150–1610 кг/м³ (рис. 1). Оптимальным наполнением эпоксидных композитов (ЭК) является 25–30 об. % (рис. 2).

Влияние наполнения ЭК на их прочностные характеристики показано на рис. 3. Предел прочности при сжатии на 28-е сутки твердения композиционных материалов на основе тонкодисперсных отходов и песка составляет 102–117 МПа, тонкодисперсных отходов и оптического стекла – 86–110,6 МПа. Наибольшее значение прочности ЭК соответствует 22–27 об. % наполнения, что подтверждает сделанное предположение о формировании наиболее плотной и бездефектной структуры материалов при данном объемном содержании наполнителя.

Сопротивление ударным воздействиям исследуемых композиций определяли на копровой установке Пэджа на образцах размером (30×30×30)·10⁻³ м (рис. 4).

Для повышения технологичности композиции при содержании наполнителя 26 об. % дополнительно вводили модификатор, что позволило увеличить количество наполнителя. В результате сопротивление ударным воздействиям возросло, что видно на графике. Для ЭК на тонкодисперсных отходах и кварцевом песке сопротивление ударным воздействиям составляет 5,3–19 Дж/см³, на тонкодисперсных отходах и ОСП – 3,2–8,2 Дж/см³.

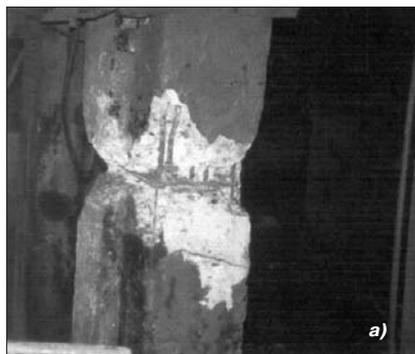


Рис. 1. Разрушение строительных конструкций в цехе по производству азотных удобрений под действием азотной кислоты и ее паров: а – железобетонных конструкций; б – металлических конструкций

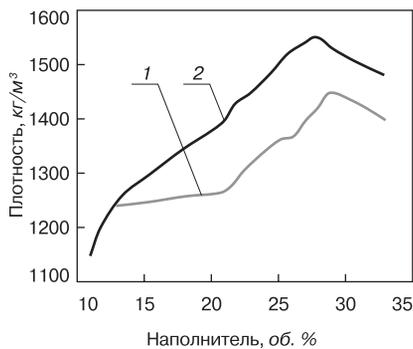


Рис. 2. Зависимость плотности ЭК от вида и количества наполнителя: 1 – наполнитель – тонкодисперсные промышленные отходы, кварцевый песок; 2 – наполнитель – тонкодисперсные промышленные отходы, ОСП

Оптимальным наполнением для ЭК с тонкодисперсными промышленными отходами и кварцевым песком (или отходами стекольной промышленности – ОСП) можно считать 22–25 об. %, которое характеризуется наибольшими значениями предела прочности при сжатии, при ударе и наиболее плотной структурой материалов.

В качестве материалов для защитных покрытий полов, колонн, нижних частей футеровки стен промышленных помещений можно ре-



Рис. 3. Зависимость предела прочности при сжатии от вида и количества наполнителя: 1 – наполнитель – тонкодисперсные промышленные отходы, кварцевый песок; 2 – наполнитель – тонкодисперсные промышленные отходы, ОСП

комендовать ЭК на основе тонкодисперсных отходов и кварцевого песка, тонкодисперсных отходов и отходов стекольной промышленности с наполнением 22–25 об. %.

В настоящее время изучается долговечность и химическая стойкость эпоксидных композитов в условиях воздействия агрессивных сред.

Список литературы

1. Коррозия конструкционных материалов. Газы и неорганические кислоты // Справочное из-

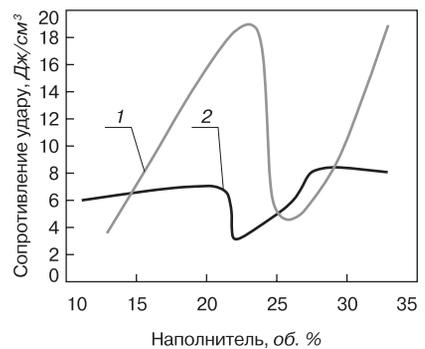


Рис. 4. Зависимость сопротивления ударным воздействиям от вида и количества наполнителя: 1 – наполнитель – тонкодисперсные промышленные отходы, кварцевый песок; 2 – наполнитель – тонкодисперсные промышленные отходы, ОСП

дание. Кн. 2. Неорганические кислоты / В.В. Батраков, В.П. Батраков, Л.В. Пивоварова, В.В.Соболь. М: Интермет Инжиниринг. 2000. 320 с.

2. ГОСТ 10587–76. Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия.
3. Соломатов В.И. Полиструктурная теория композиционных строительных материалов // Новые композиционные материалы в строительстве. Сб. статей. Саратов. 1981. С. 3–5.

НОВЫЕ КНИГИ

Охрана атмосферы в теплоэнергетике*

В конце 2003 г. в издательстве «Technika» (Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса) вышла из печати книга «Охрана атмосферы в теплоэнергетике», посвященная защите атмосферы в теплоэнергетическом хозяйстве различных предприятий, в том числе по производству строительных материалов, при сжигании нового вида топлива – оримульсии.

В первой главе на фоне кратких общих сведений о динамике пылегазовых выбросов теплоэнергетических установок приведены правовые акты Европейского союза, регламентирующие качество окружающей воздушной среды. Эти сведения в условиях очевидной тенденции ряда предприятий по производству строительных материалов к интеграции с западными партнерами могут оказаться весьма современными и полезными. Вторая и третья главы посвящены анализу физико-химических свойств оримульсии как органического топлива и анализу наиболее приемлемых в этих условиях способов очистки продуктов сгорания от токсичных выбросов.

Анализ реальных данных по дисперсному составу пыли в продуктах сгорания при использовании оримульсии в качестве топлива в сочетании с компьютерным моделированием этого процесса, приведенный в четвертой и пятой главах книги, позволяет реализовать экологический мониторинг ситуации в техносфере предприятий по производству строительных материалов.

Шестая, седьмая и восьмая главы посвящены анализу и организации процесса фильтрования пылегазовых потоков, образующихся при сжигании этого топлива.

Сведения, приведенные в книге, безусловно заинтересуют специалистов децентрализованных предприятий, расположенных далеко за пределами современных мегаполисов и оборудованных малыми (до 10 МВт) теплоэнергетическими установками, например асфальтобетонных заводов.

Материалы книги актуальны для служб, связанных с решением проблем промышленной экологии на предприятиях по производству стройматериалов, научных работников соответствующих направлений и студентов высших учебных заведений. Определенные трудности, связанные с переводом книги с литовского языка на русский, полностью и многократно будут компенсированы очевидными преимуществами реализации полученных материалов.

К сожалению, тираж книги (300 экз.) делает эту оригинальную монографию уже сегодня библиографической редкостью. Впрочем, этот «недостаток» вполне может быть исправлен при втором издании книги, необходимость которого на русском языке очевидна.

Для приобретения книги следует обращаться по адресу: Vilniaus. Gedimino technikos universiteto leidykla «Technika», Sauletekio al, 11, LT-2040 Vlnius, Lietuva.

Ю.В. Красовицкий, профессор, доктор техн.наук (Воронеж)

* Балтренас П., Васарявичус С., Масилевичус Р., Петрайтис Е. Охрана атмосферы в теплоэнергетике. Вильнюс: Technika. 2003. 195 с., ил.

Л.А. КРОЙЧУК, канд. техн. наук, ОАО «НИИЦемент» (Москва)

Эффективная обработка измельченных отходов гревесины

По материалам журнала «Zement-Kalk-Gips International» за 2004 г.

Расширение области применения древесных отходов является важной задачей.

В Техническом университете Горной академии (г. Фрейберг, Германия) были проведены исследования возможности модифицирования отходов древесины неорганическими материалами, содержащими известь и гипс, с целью получения древесноволокнистых изделий, устойчивых к воздействию микроорганизмов, огне- и влагостойких. В качестве исходной древесины в работе использовали крупную стружку канадской ели и сосны без удаления коры, а также гашеную известь и содержащую известь и гипс золу-унос ТЭС.

Изготовление модифицированных древесноволокнистых материалов. Процесс получения композита из древесных отходов с известью или золой-уносом заключается в измельчении древесных отходов в двухшнековом дезинтеграторе совместно с водной суспензией модифицирующих добавок.

С целью повышения активности гашеную известь и золу-унос предварительно диспергировали в воде при интенсивном перемешивании. Для опытов использовали слабо обожженную при относительно низкой форсуночной температуре золу-унос, богатую известью. Если использовать более сильно обожженную золу, то диспергирование необходимо проводить в вибромельнице. При этом образуется гидрогель $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и двухводный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Перемешивание и измельчение смеси древесной стружки с модификаторами обеспечивается сжимающими и сдвигающими силами, интенсивность этих процессов возрастает при увеличении температуры в зоне измельчения до 80–100°C. Происходит интенсификация свойств содержащихся в древесине парафинов, смол, дубильных веществ. Это создает предпосылки для повышения гидрофобности и консервации материала в результате денатурации протеинов, сахаров и целлюлозы. При совместном измельчении модифицирующие добавки глубоко проникают в древесные волокна и реагируют с веществами древесины, инициируя возникновение дополнительных валентностей. Образующиеся при электролитической диссоциации выбранных модифицирующих компонентов ионы Ca^{2+} образуют прочные водостойкие соединения с веществами, содержащимися в древесине. Важным результатом модифицирования является заполнение внутренних и наружных пор древесных волокон мельчайшими частицами модифицирующего материала. В результате древесные волокна упрочняются, повышается их прессуемость при изготовлении изделий. Вследствие антисептического действия извести и гипса возрастает сопротивляемость древесины к биодеструкции, она приобретает огнестойкость. Поверхность волокон древесины приобретает

повышенную шероховатость, которая способствует повышению адгезионной способности. В результате образуется композиционный материал, обладающий благоприятными технологическими свойствами.

Выходящий из дезинтегратора материал обладает высокой влажностью. Его сушка осуществляется в ленточной сушилке или в кипящем слое горячими газами при температуре не ниже 120°C до влажности 4–10% в зависимости от последующей обработки. Горячие газы интенсифицируют процессы кристаллизации растворенных добавок и термического изменения содержащихся в древесине веществ.

Если после повторного измельчения требуется получить древесное волокно, то для этой цели целесообразно применять обеспечивающие глубокий раздув молотковую дробилку или ударную мельницу, снабженные разгрузочным грохотом. При повторном измельчении наблюдается очень слабое отделение от волокна неорганических веществ.

Свойства модифицированных древесноволокнистых материалов. Высушенный и измельченный волокнистый композиционный материал обладает хорошими теплоизоляционными свойствами. Испытывали материал после вторичного измельчения в слабоуплотненном состоянии при влажности 4% с насыпной плотностью 300 кг/м³, коэффициент теплопроводности составляет 0,067 Вт/(м·К) (состав, включающий 60% древесины и 40% гашеной извести) или 0,068 Вт/(м·К) (состав, включающий 50% древесины и 50% золы-уноса).

Такой волокнистый материал пригоден для получения изоляционных изделий. Однако его недостатком является то, что в процессе схватывания во внутреннем пространстве могут образоваться поры. Кроме того, насыщенный водой волокнистый изоляционный материал не следует подвергать интенсивной сушке. Однако этот недостаток устраняется, если из него формировать гранулы размером 1–5 мм или таблетки диаметром 3–5 мм.

Необработанное неорганическими добавками древесное волокно воспламеняется в печной камере при температуре 250°C и горит с образованием длинного пламени. У модифицированного волокнистого материала, содержащего 40% гашеной извести или золы-уноса, в печной камере при температуре более 300°C наблюдались лишь локальные очаги воспламенения, которые быстро затухали. Процесс местного горения с последующим затуханием продолжался в течение 1 ч обработки до температуры 500°C. Таким образом, модифицированный волокнистый композиционный материал имеет преимущества в огнестойкости перед немодифицированным древесноволокнистым материалом.

Для определения биологической устойчивости контрольные и модифицированные образцы волокнистого

материала в течение 6 месяцев выдерживали при высокой постоянной влажности. У волокнистого необработанного материала процессы биоразрушения четко фиксировались уже через 28 сут; в материале, содержащем 40% гашеной извести или золы-уноса, до конца испытания не зафиксировано появления плесени и неприятного запаха.

В результате модифицирования неорганическими добавками получен древесноволокнистый материал, который можно использовать в качестве:

- наполнителя и изоляционного материала;
- армирующей добавки при изготовлении строительных материалов из глинистого сырья;
- материала для изготовления фильтров для поглощения отходящих кислых газов (SO_2 , H_2S , HCl , NO_3 , H_3P и т. п.) на установках малой мощности;
- связующего для окисковывания угля при получении топлива с пониженным выделением вредных веществ;
- добавки, повышающей адгезию и теплоизоляционные свойства штукатурных смесей;
- армирующей добавки для битумных строительных материалов;
- материала для изготовления прочных и эффективных гранул для насыпной теплоизоляции.

Прессование древесноволокнистых композиционных материалов без предварительной сушки. Преимуществом влажного прессования изделий из обработанных золой-уносом древесных волокон является то, что поры в полученном прессованном изделии всегда оказываются заполненными водной суспензией модификаторов и таким образом создаются благоприятные условия для химических реакций компонентов золы, а также между золой и древесным волокном. Недостатком такого технологического метода является продолжительная сушка изделий и низкое допустимое давление прессования.

В экспериментах использовали форму, через дно которой в процессе прессования отсасывался избыток воды. Давление прессования не превышало 25 МПа. Изделия размером 100×60×30 мм из массы, включающей 60% древесной стружки с влажностью 45% и 40% золы-уноса, прессовали при подогреве формы до 120°C, а последующую сушку изделий проводили до влажности 10%.

За счет быстрого схватывания золы-уноса сформованное изделие имело относительно высокую формовочную прочность. В процессе сушки прочность растет за счет кристаллизации органических и неорганических веществ.

Готовое изделие имеет прочность при сжатии более 48 МПа, прочность при изгибе — 3,4 МПа, прочность при изгибе после 24 ч водонасыщения — 3,1 МПа, при этом не было зафиксировано ни набухания, ни разрушения ребер образцов, а вода оставалась прозрачной; в сыром виде плотность изделия 1,2 г/см³, теплопровод-

ность 0,292 Вт/(м·К). При нагреве до 90°C в течение 4 ч образцы не имели трещин.

Материал гвоздится без появления трещин, при сверлении в нем образуются ровные отверстия. Поверхность изделий имеет хорошую адгезию со строительными растворами, к ней хорошо приклеиваются обои с помощью обойного клея.

Прессование древесноволокнистых композиционных материалов, обработанных золой-уносом, после предварительной сушки. При такой технологии большинство реакций модифицирования и возникновения связей протекает в непрессованном материале на стадии сушки, но они не влияют на развитие прочности сформованного изделия. Поэтому высокопрочное изделие может быть получено только в результате длительного воздействия высокого давления и повышенной температуры прессования. Только при этих условиях волокнистая композиция уплотняется до фактического отсутствия пор.

Материал после двухшнекового дезинтегратора сушат до влажности 4–10 % при температуре 80°C, а затем прессуют при давлении не ниже 100 МПа и температуре 180°C.

Таким способом были изготовлены изделия размером 240×120×22 мм из композиции, включающей 60% крупной стружки с влажностью 45% и 40% золы-уноса. Образцы имели плотность 1,48 г/см³, теплопроводность 0,433 Вт/(м·К), прочность при изгибе 39,4 МПа, прочность при изгибе после 24 ч водонасыщения 35,7 МПа, прочность при изгибе после 6-недельного водонасыщения 38,5 МПа, прочность при изгибе после 2 ч выдержки при 100°C 32,7 МПа и после охлаждения до 20°C 39,5 МПа, прочность при изгибе после 24 ч охлаждения до -18°C 28,9 МПа, твердость по Бринеллю 31,3.

При сверлении в изделиях образуются отверстия с ровными краями, при этом на них отсутствуют трещины, материал легко пилится с образованием гладкой поверхности распила.

Для определения огнестойкости изделия подвергали нагреву в печной камере до 500°C со скоростью 10°/мин и выдерживали в течение 1 ч. Слабое тление было зафиксировано при температуре более 390°C.

Таким образом, использование извести, гипса или содержащего эти реагенты материала, например золы-уноса, для модификации древесных отходов позволяет придать полученному материалу ряд ценных свойств — повышенную биологическую стойкость, хорошие теплоизоляционные характеристики, огнестойкость, высокую механическую прочность. В результате создаются предпосылки для существенного расширения возможности утилизации древесных и других промышленных отходов и создания многофункциональных эффективных материалов.

ДАЙДЖЕСТЫ

«Ячеистые бетоны – производство и применение»
«Кровельные и гидроизоляционные материалы»

«Керамические строительные материалы»

Готовится к изданию новый дайджест –
«Сухие строительные смеси»



С содержание дайджестов можно ознакомиться на сайте: www.rifsm.ru

По вопросам приобретения дайджестов обращайтесь в редакцию журнала «Строительные материалы»

Телефон/факс: (095) 124-32-96, 124-09-00

E-mail: mail@rifsm.ru

На асбестовом фронте без перемен. Пока.

Конкурентную борьбу в экономике все чаще сравнивают с военными действиями. Действительно, военная теория находит применение в мирной жизни. Менеджеры, маркетологи и юристы с упоением разрабатывают и претворяют в жизнь стратегии продвижения, тактики захватов, войны брэндов...

Появляются в бизнесе и позиционные войны*, которые, по сути, становятся самостоятельным бизнесом. Ярким примером позиционной экономической войны является антиасбестовая компания и упорная борьба с ней. Развитие этого противостояния журнал «Строительные материалы»® освещает уже много лет, история вопроса и доказательная научная база безопасности хризотилового асбеста хорошо известны нашим читателям. Пользуясь модной терминологией, приведем сводку с поля сражения.

На асбестовом фронте готовится очередное наступление

В сентябре 2004 г. противники асбеста предпримут очередную наступательную операцию. Подготовка к ней была начата в 2002 г., когда Европейский союз и южно-американская страна Чили (отметим, что в этой стране никогда не проводилось никаких исследований по оценке опасности асбеста) предложили *Роттердамской конвенции о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле*, заключенной в развитие соответствующих положений Рио-де-Жанейрской декларации ООН (1997 г.) об инициировании международных действий по охране здоровья человека и окружающей среды, рассмотреть все формы асбеста, включая хризотил.

На 10-й сессии Межправительственного переговорного комитета, прошедшей в Женеве в ноябре 2003 г., все виды асбеста, кроме хризотила, были включены в процедуру предварительного обоснованного согласия. В отношении хризотила решение о включении отложено до сентября 2004 г. Вновь должна заговорить «тяжелая артиллерия».

С этой целью Асбестовая ассоциация, с недавних пор переименованная в НО «Хризотиловая ассоциация» в лице нового сопрезидента Е.Н. Татишева, генерального директора ООО «Объединенные минералы» (Казахстан), обратилась с открытым письмом к Председателю Правительства РФ М.Е. Фрадкову, в котором высказывается мнение, что до сентября 2004 г. необходимо подписать и в дальнейшем ратифицировать Роттердамскую конвенцию, так как в противном случае Россия не сможет активно влиять на процесс исключения хризотил-асбеста из списка опасных веществ.

Этому событию была посвящена пресс-конференция, состоявшаяся 17 июня 2004 г., в которой приняли участие Клемен Годбу, председатель Международной хризотиловой ассоциации, директор Института хризотила Канады, Б.А. Курляндский, директор Российского регистра потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения РФ, Н.Ф. Измеров, директор НИИ медицины труда РАМН, и Е.Н. Татишев.

Краткая история вопроса

Наиболее активно асбест амфиболовой группы, добывавшийся на месторождениях европейских стран, применялся в конце 40- — начале 50-х годов прошлого века. Широко была распространена технология напыления асбеста с целью огнезащиты строительных конструкций. Более 20 лет назад была доказана опасность для здоровья человека амфиболовой разновидности асбеста. Однако страны Европы одна за другой стали запрещать

использование асбеста в целом. Химические и металлургические концерны начали активно разрабатывать и продвигать на рынок волокна — заменители асбеста.

Однако до настоящего времени создать заменитель по комплексу химических, физических, а главное, технико-экономических свойств, хотя бы приближающемуся к асбесту, не удалось. Но средства были вложены, производства налажены — начал раскручиваться маховик конкуренции со все большим привлечением политического ресурса.

В 90-е годы прошлого столетия конкурентная борьба приобрела характер экономической войны. Ее результатом стало принятие в 1999 г. Еврокомиссией Директивы о запрете использования асбеста и асбесто-содержащих материалов и изделий в странах Евросоюза с 1 января 2005 г.

С целью противодействия антиасбестовой кампании была создана некоммерческая организация «Асбестовая ассоциация», объединившая асбестодобывающие и асбестоцементные предприятия России, НИИпроектасбест, НИИ медицины труда РАМН и Научный медицинский центр профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий. В дальнейшем с ней присоединились предприятия из других стран СНГ, а ассоциация была переименована в «Хризотиловую ассоциацию».

Важным результатом последовательных действий этой организации стало Постановление Правительства РФ № 869, в котором излагалась позиция России по вопросу использования хризотил-асбеста. Совместно с зарубежными специалистами были проведены широкомасштабные и дорогостоящие исследования, однозначно доказавшие безопасность контролируемого использования хризотил-асбеста. Минздравом РФ был утвержден Перечень асбестоцементных материалов и конструкций, разрешенных к применению в строительстве. К защите интересов страны, отечественных товаропроизводителей в международных организациях были подключены МИД, МВЭС, Минздрав, Госстрой и другие министерства и ведомства.

Совместно с канадскими коллегами, защищающими интересы своей асбестовой промышленности, были достигнуты успехи и на международном уровне. В 1986 г. МОТ приняла Конвенцию по охране труда при использовании асбеста № 162, к которой присоединились многие страны мира (до настоящего времени Республика Казахстан ее не ратифицировала). В 1991 г. Апелляционный суд США аннулировал закон о запрете производства и использования асбесто-содержащих изделий, принятый по инициативе агентства защиты окружающей среды этой страны. В 1998 г. Канада впервые успешно оспорила действия Франции по запрету импорта асбеста. Международная организация по стандартизации

* Военно-энциклопедический словарь дает следующее толкование этому термину: «Война позиционная — война, в которой вооруженная борьба ведется в основном в позиционных формах на установившихся (относительно стабильных) фронтах. В такой войне длительное время сохраняется устойчивая военно-политическая и стратегическая обстановка, военные действия ведутся на изнурение противника, с медленным и методичным их развитием. Предпринимаемые наступательные операции, как правило, не получают развития, часто остаются незавершенными и заканчиваются ограниченными результатами».

(ISO) разработала для асбестовой и асбестоцементной отраслей промышленности стандарты ISO 14001 и т. д.

Цена вопроса

Россия обладает самой мощной сырьевой базой хризотил-асбеста. Крупнейшее в мире Баженовское месторождение, расположенное на Урале в городе Асбесте Свердловской обл., разрабатывается с 1889 г. В настоящее время его эксплуатирует ОАО «Ураласбест». Кiemбаевское месторождение, что на юге Урала, вступило в строй в 1979 г. Его разрабатывают ОАО «Оренбургские минералы», которое вместе с АО «Костанайские минералы», разрабатывающим единственное в Средней Азии Джетыгаринское месторождение хризотил-асбеста, входит в ООО «Объединенные минералы» (Республика Казахстан). Внутренний рынок России потребляет 46% добываемого хризотил-асбеста, а 54% экспортируется в 30 стран ближнего и дальнего зарубежья, что приносит стране порядка 90–100 млн USD. За 2003 г. налоговые отчисления асбестодобывающих и асбестоперерабатывающих предприятий в бюджеты всех уровней превысили 5,4 млрд р. В отрасли непосредственно занято около 40 тыс. человек. С учетом работников смежных отраслей и населения, проживающего в городах и поселках, где базируются предприятия, многие из которых градообразующие, вопрос об использовании хризотил-асбеста затрагивает интересы свыше 400 тыс. человек.

В Республике Казахстан во взаимосвязанных производствах (асбестовый горно-обогатительный комбинат и два асбестовых завода – Карагандинский завод асбестоцементных изделий и Семипалатинский ЗАЦИ) занято около 5 тыс. человек. С учетом того, что ГОК является градообразующим предприятием г. Житикара, проблема асбеста затрагивает интересы 40 тыс. человек. Асбестовая отрасль Казахстана ежегодно производит товарной продукции на основе хризотил-асбеста (асбест, шифер, трубы) на сумму порядка 37 млн USD. После приобретения ОАО «Оренбургские минералы» Республика Казахстан вышла на первое место в мире по добыче хризотилового асбеста (550 тыс. т в год), 90% которого идет на экспорт.

Мнение ученых

На пресс-конференции **Н.Ф. Измеров**, доктор медицинских наук директор НИИ медицины труда РАМН, объявил, что развитие техники и технологии медицинских исследований сделало возможным проведение минерального анализа на легочной ткани. В результате был дополнительно определен еще один фактор влияния на организм человека – *биологическая стойкость* (длительность нахождения волокон в легочной ткани). Он признан как параметр, представляющий особую важность. Результаты проведенных исследований ведущих токсикологических лабораторий Швейцарии, Германии и США, опубликованные в 2003 г., говорят о том, что полупериод очистки легких от волокон хризотил-асбеста составляет приблизительно 14 дней. Для сравнения, период полураспада амфиболового асбеста длится 466 дней, что, кстати, является главным доказательством его опасного влияния на здоровье человека. Хризотил также сравнили с наиболее широко используемыми искусственными волокнами-заменителями. В результате определено, что керамическое волокно имеет период полураспада 60 дней, арамидное волокно – до 90 дней, целлюлозное волокно – более 1000 дней.

Н.Ф. Измеров подчеркнул, что поскольку использование волокон-заменителей началось относительно недавно, то никакие эпидемиологические исследования пока не могут оценить их влияние на здоровье человека. А работа эта длительная, кропотливая и недешевая.

Б.А. Курляндский, директор Российского регистра потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения РФ, который назначен официальной организацией процедуры пред-

варительного согласования, обратил внимание журналистов, присутствующих на пресс-конференции, на то что в настоящее время имеется порядка 20 волокнистых заменителей хризотилового асбеста. У шести из них изучены общие токсикологические свойства и ни у одного не изучены канцерогенные свойства.

Проку от этой информации, однако, немного, так как 90% членов экспертного совета юристы, а не биологи и не врачи.

Два с половиной столетия назад великий Адам Смит обосновал **принцип свободной торговли** между странами, согласно которому внешняя торговля не должна подвергаться каким-либо ограничениям со стороны отдельных национальных государств. Так вот, положения Роттердамской конвенции позволяют странам ограничивать или полностью прекращать экспорт продуктов, включенных в список конвенции. По сути, это единственный законный способ нарушать принцип свободной торговли. (Неплохо придумано? На то и юристы.)

Ведь в условиях свободной цивилизованной конкуренции продукты с использованием других волокнистых материалов проигрывают материалам на основе асбеста, особенно на необъятных рынках развивающихся стран. Что касается существенно более высокой цены на новую продукцию для развивающихся стран и возможной задержки развития инфраструктуры, то это правительства захлебывающихся материальным благополучием европейских стран, и уж тем более производителей заменителей асбеста не беспокоит.

Клемен Готбу, председатель Международной хризотиловой ассоциации, директор Института хризотила Канады, отметил, что первоначально целью Роттердамской конвенции было ограничение производства и распространения вредных для здоровья людей органических химических продуктов и пестицидов. Хризотил является природным минералом. Более того, больше никакие химические волокна в список конвенции не включены. Это дает основание утверждать, что включение хризотилового асбеста в список Роттердамской конвенции инспирировано с целью обеспечения более устойчивой рыночной позиции его заменителям.

Клемент Готбу с уверенностью заявил, что в сентябре 2004 г. на слушаниях по Роттердамской конвенции в Женеве представители Канады будут голосовать против включения хризотила в список продуктов предварительного обоснованного согласия.

О чем речь?

Так все-таки о чем пекутся противники асбеста – о здоровье человечества или об обеспечении избирательного приоритета в международной торговле? Человеку думающему ответ очевиден. Основными импортерами хризотилового асбеста в настоящее время являются страны Юго-Восточной Азии, Латинской Америки, Восточной Европы. Две трети человечества живет в 65 странах, окружающих старушку Европу, активно использует хризотил-асбест и неплохо развивается. Мировой рынок этого природного минерала составляет более 2 млн т. За него и идет жесткая конкурентная борьба.

У Черчилль говорил, что в военное время правда столь драгоценна, что ее должны охранять караулы лжи. Нужна ли правда об истинном влиянии хризотилового асбеста, равно как и его заменителей на здоровье людей участниками антиасбестовой кампании? А апологетам хризотила? Немалые деньги вложены в процесс борьбы, и обслуживает его немало людей. Так ли это, покажет очередная наступательная операция на асбестовом фронте позиционной экономической войны.

*Е.И. Юмашева, инженер-химик-технолог,
член Союза журналистов России*



Экология: образование, наука, промышленность и здоровье

14–16 апреля 2004 года в Белгороде прошла II международная научно-практическая конференция «Экология: образование, наука, промышленность и здоровье», посвященная 50-летию Белгородской области. Организаторами конференции выступили Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ), Ченстоховский государственный технологический университет (Польша), Харьковский национальный технический университет (ХПИ), Украина, Экологический фонд Белгородской области, Администрация Белгорода, Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Белгородской области, Министерство образования Российской Федерации.

С приветственным словом к участникам конференции обратились ректор университета д-р техн. наук, профессор, академик МАМР и АСУ **А.М. Гридчин**, заместитель губернатора, секретарь Совета безопасности Белгородской области **В.В. Пучков**, заместитель главы местного самоуправления Белгорода **О.Ф. Широухов**, вице-президент – первый секретарь союза НИО (Международного союза научных и инженерных общественных объединений) **В.М. Ситцев**. Все выступавшие отметили важность проблем, объединенных емким словом «экология». Совершенно не случайно выбрано место проведения конференции – Белгород, поскольку концентрация проблем, связанных с промышленной экологией, в аграрно-промышленном комплексе Белгородской области высока.

О состоянии и перспективах научной деятельности и вкладе ученых БГТУ им. В.Г. Шухова в инженерно-экологическое образование и науку рассказал в пленарном докладе первый проректор по научной деятельности, экономике и внешним связям академик МАМР, доктор технических наук, профессор **В.С. Лесовик**. Ученые и преподаватели университета совместно с аспирантами и студентами ведут ряд работ, связанных с комплексной переработкой отходов КМА и других промышленных предприятий области, очисткой сточных вод, защитой воздушного бассейна, радиационной защитой и др.

Новым технологиям очистки сточных вод, позволяющим интенсифицировать процессы очистки, уменьшить площади очистных сооружений и исключить поля аэрации, был посвящен пленарный доклад лауреата государственной премии Украины в области науки и техники директора природоохранного предприятия «Экология» **И.М. Капарника** (Полтава, Украина).

Об особенностях проектирования и возведения зданий из бетона в условиях жаркого климата и в сейсмоопасных регионах рассказал **Хали Саад Махмуд Али Рахми** (Арабская Республика Египет).

Комплексность и многообразие задач, решаемых в рамках экологии, отразились в тематике пленарных докладов. Кроме вопросов промышленной экологии были заслушаны доклады врачей – кандидатов медицинских наук **Жака Кочофы** (Республика Бенин) и **А.М. Павлюк** (г. Анадырь, Чукотский АО).

Важным воспитательным фактором было присутствие на пленарном заседании студентов старших курсов БГТУ им. В.Г. Шухова.

Далее участники конференции продолжили работу на заседаниях секций, которых было выделено 13.

В первой секции были объединены доклады, посвященные теме «Глобальные экологические проблемы XXI века», в которых рассматривались вопросы состояния биосферы, факторы, влияющие на экологическое состояние окружающей среды, аспекты устойчивого развития.

Теме экологического образования и воспитания были посвящены заседания второй секции. Докладчики затронули проблемы методологии подготовки как специалистов-экологов в вузах России, Украины и Белоруссии, так и экологического воспитания в школе. Об инновациях в экологическом образовании Украины сообщил в своем докладе канд. техн. наук **А.Н. Некос** (Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина).

Об экологической медицине, состоянии окружающей среды и здоровье человека говорили выступавшие на третьей секции.

Сходные вопросы рассматривались на четвертой секции, объединившей доклады на тему «Мониторинг окружающей среды и обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения».

Защите атмосферного и водного бассейнов, лесных массивов, рациональному землепользованию и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых были посвящены выступления участников, работавших в пятой и шестой секциях.

Наиболее близкие читателям журнала темы были рассмотрены на секциях: седьмой – «Экология современных архитектурных ансамблей, строительных и отделочных материалов», восьмой – «Автомагистрали и аэродромы XXI века», девятой – «Компьютерные тех-



Ректор А.М. Гридчин вручает мантию почетного профессора БелГТУ им. В.Г. Шухова доктору архитектуры Н. Эзау (Берлин, Германия)



О возможностях комплексной переработки техногенного сырья рассказывает канд. техн. наук О.Н. Крашенинников

нологии и прогрессивное машиностроение в свете экологической безопасности», десятой — «Переработка отходов производства и потребления», одиннадцатой — «Радиационная безопасность промышленных объектов и окружающей среды», тринадцатой — «Экономика природопользования и природоохраны».

Возможности комплексного использования техногенного и попутно добываемого сырья Кольского полуострова осветил в своем докладе канд. техн. наук **О.Н. Крашенинников**. К настоящему времени накоплено порядка 6 млрд т промышленных отходов. Это — отсеивы дробления, гранулированные шлаки, золошлаковые смеси, хвосты обогащения и др. Показано, что эти отходы могут использоваться для получения, например, легких бетонов на пористых заполнителях, тяжелых бетонов, строительных растворов, жаропрочных и огнестойких бетонов, производства газосиликатного кирпича, щебня, для декоративной отделки.

При разработке или выборе технологии переработки и использования техногенных отходов необходимо учитывать структурную и фазовую неустойчивость закристиализованных металлургических шлаков. Знание этого, как продемонстрировал в своем докладе канд. техн. наук **Е.И. Евтушенко** (БГТУ им. В.Г. Шухова), позволяет уже на стадии первичной переработки шлаковых расплавов управлять физико-химическими и технологическими свойствами шлаковой продукции и, как следствие, регулировать свойства получаемых из нее строительных материалов. Докладчик предложил схему классификации техногенных пирогенных отходов по условиям формирования и свойствам. Им на основе теории Ребиндера предложена модель активации отходов в процессе получения шлакового гранулята. Представленная технологическая схема получения термоактивированного шлака на примере шлаков



О роли журнала «Строительные материалы» в освещении экологических проблем рассказывает научный редактор канд. физ.-мат. наук И.В. Козлова



С докладом «Учет нестабильности свойств техногенных отходов в производстве строительных материалов» выступает канд. техн. наук Е.И. Евтушенко

НЛМК и ОЭМК позволяет не только получать продукт, но и при этом не загрязнять окружающую среду.

В Кузбассе одной из серьезных экологических проблем являются отвалы мартеновского шлака Кузнецкого металлургического комбината (КМК), которых за 70 лет накоплено 25 млн т. О направлениях и технологических схемах его переработки рассказал директор ООО «Сталь КМК» **Н.С. Анашкин** (Кемерово). Мартеновский шлак КМК содержит до 10% металлического железа и до 22% оксидов железа. Показана схема переработки шлака с целью выделения железа и оксидов железа. Оставшийся техногенный продукт пока не используется. Совместно с Сибирским государственным индустриальным университетом (СибГИУ) начаты работы по исследованию возможности его использования в производстве строительных материалов.

О работах, проводимых учеными СибГИУ в направлении использования техногенных отходов для получения бесцементных вяжущих, огнестойких бетонов, и достигнутых результатах доложил доктор технических наук **С.И. Павленко** (СибГИУ, Новокузнецк).

Вопросы управления промышленным предприятием в условиях экологических ограничений, опыта применения экоаудита за рубежом и в РФ были рассмотрены в докладах **И.М. Потравного** (РЭА им. Г.В. Плеханова), **Г.М. Петренко** (Москва), **В.Н. Коваля**, **С.П. Старцева**, **И.А. Сухарева**, **Е.Д. Щетинина** (Белгород).

Всего на конференции было заслушано около 150 докладов, в заседаниях секций приняло участие более 600 ученых и инженеров.

Закрывая конференцию, выступавшие отметили важность и необходимость проведения такого форума, который позволил обсудить работы, проводимые в различных исследовательских лабораториях и учреждениях.



В перерывах заседаний шло обсуждение выступлений и обмен мнениями участников конференции

О.Н. МАТЮХИНА, канд. техн. наук,
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (Москва)

Применение экспресс-метода лазерной дифракции для определения гранулометрии и прогнозирования свойств вяжущих материалов

Многие свойства цемента, в том числе активность, скорость твердения, определяются не только химическим и минералогическим составом клинкера, формой и размерами его кристаллов, наличием тех или иных добавок, но и в значительной степени тонкостью его помола, гранулометрическим составом и формой частичек порошка.

Тонкость помола цементов согласно ГОСТ 310.2–76 оценивают по двум показателям: остатку на сите с сеткой № 008 и удельной поверхности.

Ситовой анализ отличается простотой, но он недостаточно точен, так как не дает представления об истинном размере зерен. Кроме того, наименьший размер частиц, который надежно может быть определен ситовым анализом, составляет 35–45 мкм.

При одном и том же остатке на сите возможны значительные колебания в распределении зерен средних и мелких размеров, поэтому наряду с ситовым анализом тонкость помола характеризуется величиной удельной поверхности цементных зерен.

Однако многочисленные исследования показывают, что характеристики дисперсности цемента по остаткам на ситах и удельной поверхности не дают надлежащего представления о содержании различных фракций в порошке и поэтому не позволяют исчерпывающе оценить результаты помола и свойства получаемого цемента.

Следует отметить, что широко применяемые методы определения гранулометрического состава порошкообразных материалов например воздушная сепарация, седиментационный и микроскопический анализы, являясь длительными и трудоемкими. Поэтому в настоящее время во многих отраслях промышленности метод лазерной дифракции для экспресс-определения гранулометрического состава материалов становится приоритетным стандартным методом контроля ка-

чества и управления производственными процессами.

Лазерный микроанализатор «MASTERSISER» фирмы «Malvern Instruments» является прибором универсального назначения для определения распределения по размерам частиц любых твердых веществ или суспензий. Метод лазерной дифракции базируется на теории эквивалентной сферы и положении, что угол дифракции обратно пропорционален размеру частицы.

Принцип действия прибора основан на расшифровке дифракционной картины, образующейся в результате рассеяния лазерного излучения на исследуемых микрочастицах. Монохромное лазерное излучение, проходя через измерительную кювету, содержащую взвесь исследуемых микрочастиц в рабочей жидкости, рассеивается на частицах. Специальный многоэлементный детектор измеряет угловое рассеяние и соответствующее ему распределение интенсивности, которое с помощью компьютерной программы пересчитывается в объемное распределение частиц по размерам в диапазоне от 0,3 до 300 мкм.

Весь процесс измерений и расчетов управляется компьютером и отображается на мониторе. Поскольку метод основан на фундаментальных принципах, для проведения анализа не требуется калибровка прибора по стандартным материалам.

Измерение производится при циркулировании пробы через измерительную ячейку. При одном анализе за 7 с выполняется 2000 измерений, результаты которых затем усредняются. Это позволяет получать высокую воспроизводимость результатов.

Дополнительно к отображению результатов измерений выдается информация по компьютерной обработке полученных данных. При этом важными расчетными характеристиками являются:

– $D [4,3]$ – средний диаметр сферы, эквивалентной по объему измеряемой реальной частице (мкм);

– $D [3,2]$ – средний диаметр сферы, эквивалентной по площади измеряемой частице (мкм);

– SSA – расчетная удельная поверхность, m^2/g . Рассчитывается как суммарная поверхность всех сферических частиц в 1 г пробы и может приниматься во внимание только при правильном задании плотности материала.

Авторами была отработана методика определения гранулометрического состава различных вяжущих материалов, а также различных сырьевых материалов, используемых для их производства, на лазерном микроанализаторе. При проведении исследований критерием оценки выбранных условий и режимов анализа являлась воспроизводимость результатов, при которой погрешность не превышала 0,1%.

Проведенные эксперименты показали, что для инертных по отношению к воде материалов различного состава и дисперсности (известняки, пески, глины, сырьевые шламы) для приготовления рабочей суспензии в качестве дисперсионной среды можно использовать как дистиллированную, так и водопроводную воду, а для подавления гидратации вяжущих материалов анализ целесообразно проводить в 1%-ном водном растворе сахарозы. Для предотвращения седиментации на протяжении всего измерения рабочая суспензия постоянно перемешивается механической мешалкой со скоростью 50–4000 об/мин. Нами экспериментально определено, что оптимальная скорость перемешивания для различных порошкообразных цементных материалов составляет 2500–3000 об/мин, а если исследуемый материал характеризуется способностью к агрегированию, то при проведении анализа необходимо использовать ультразвук.

В процессе работы установлено, что для ряда материалов, характеризующихся высокими значениями истинных плотностей, например кри-

Таблица 1

Время помола, мин	Тонкость помола		Гранулометрический состав					Прочность при сжатии, МПа		
	R ₀₀₈ , %	S _{уд.} , м ² /кг	D[4,3], мкм	D[3,2], мкм	Содержание фракций (%) размером (мкм)			Нормальное твердение		ТВО
					<4,88 мкм	4,88–30,53 мкм	>30,53 мкм	3 сут	28 сут	
85	3,3	318	36,59	9,56	8,71	43,41	47,88	35,2	64,8	41,9
110	2,2	358	31,69	8,24	10,91	46,61	42,48	38,8	66,1	41,4

Таблица 2

Содержание ТЭА, %	Тонкость помола		Гранулометрический состав						Прочность при сжатии, МПа		
	R ₀₀₈ , %	S _{уд.} , м ² /кг	D[4,3], мкм	D[3,2], мкм	Содержание фракций (%) размером (мкм)				Нормальное твердение		ТВО
					10,48 мкм	10,48–30,53 мкм	30,53–48,27 мкм	>48,27 мкм	3 сут	28 сут	
–	6,4	368	37,19	8,5	24,79	30,19	15,83	29,19	30,5	46,4	28,2
0,02	1,8	397	32,45	8,2	25,7	32,71	17,56	24,03	34,2	49,6	30

таллических известняков, кварцевых песков, некоторых шлаков и др., одного механического перемешивания для предотвращения седиментации недостаточно. С этой целью для указанных материалов в качестве дисперсионной среды использовался 30–50% водный раствор глицерина.

Проведенное нами сопоставление результатов ситового анализа и определения удельной поверхности 10 цементов, выполненных по ГОСТ 310.2–76 на ОАО «Спасскцемент», и гранулометрического состава тех же цементов, выполненных на лазерном микроанализаторе, показал, что они хорошо коррелируются друг с другом. Коэффициент корреляции величины среднего размера частиц по объему (D[4,3]) с результатами ситового анализа (R₀₀₈) составил 0,9028; величины среднего размера частиц по площади поверхности (D[3,2]) с величиной удельной поверхности (S_{уд.}) – 0,96; расчетной удельной поверхности (SSA) с величиной удельной поверхности (S_{уд.}) – 0,9521; расчетный остаток на сите № 008 (R₀₀₈ расчет.) с результатами ситового анализа (R₀₀₈ экспер.) – 0,938.

Скорость взаимодействия цементных зерен с водой зависит от их размера и суммарной поверхности. Известна роль отдельных фракций цемента в формировании прочности цементного камня: фракция 0–5 мкм способствует росту прочности в первые сутки твердения; фракция 5–30 мкм – основная фракция, определяющая марочную прочность и качество цемента в целом; частицы размером более 30 мкм медленно гидратируются в течение длительного времени и тем самым способствуют росту прочности после 28 сут.

Таким образом, определение гранулометрического состава цемента в комплексе с методами определения тонкости помола по ГОСТ дает возможность более точно прогнозировать их свойства при твердении в различные сроки.

Исследовался гранулометрический состав цементов различной тонкости помола. Полученные результаты влияния тонкости помола цемента на его гранулометрический состав и прочностные характеристики (клинкер ОАО «Мальцовский портландцемент») приведены в табл. 1. Установлено, что в цементе более тонкого помола уменьшается средний размер частиц за счет возрастания доли фракций размером до 30 мкм и уменьшения содержания более крупных фракций. Изменение фракционного состава цемента проявилось при его твердении в нормально-влажностных условиях: с увеличением тонкости помола возрастает скорость процессов твердения и повышается прочность цементного камня, причем в ранние сроки прочность повышается в большей степени.

При помоле клинкера в качестве интенсификатора помола широко применяется триэтанолламин (ТЭА). Данные о влиянии ТЭА на тонкость помола цемента, его гранулометрический состав и прочность (клинкер ОАО «Спасскцемент») приведены в табл. 2. Из них следует, что за одинаковое время помола (110 мин) удельная поверхность цемента в присутствии ТЭА увеличилась на 30 м²/кг и при этом значительно уменьшился остаток на сите № 008. Анализ гранулометрического состава цементов показал, что эти изменения обусловлены более узким зерновым составом цемента с

ТЭА. При этом следует отметить, что доля мелких фракций размером до 10 мкм в обоих цементах практически не изменяется, а доля частиц размером 10–50 мкм в цементе с ТЭА возрастает за счет размола зерен размером 150–200 мкм.

Поэтому увеличение прочности цементного камня с добавкой ТЭА в возрасте 3 сут определяется, по-видимому, самим ТЭА, так как известно, что наряду с интенсификацией процессов помола добавка ТЭА способствует повышению прочности цемента в начальные сроки твердения.

Исходя из того, что в цементе с добавкой ТЭА содержится меньше крупных частиц, которые обычно полностью не гидратируются и выполняют в цементном камне лишь роль микрозаполнителя, можно прогнозировать повышенную активность этого цемента по сравнению с бездобавочным и в более поздние сроки твердения.

Контролировать тонкость помола по значению удельной поверхности можно только у чистых материалов без добавок или у таких многокомпонентных смесей, размалываемость отдельных составляющих которых примерно одинакова. При разнице показателей размалываемости полученная удельная поверхность может дать искаженное представление о качестве вяжущего. Цементы с различным содержанием гипса, как следует из приведенных в табл. 3 данных, размолотые до одинаковой удельной поверхности 300 м²/кг, характеризуются различной гранулометрией. При этом чем меньше концентрация гипса в цементе, тем больше в нем содержится мелких (< 4,88 мкм) и средних (4,88–30,53 мкм) фракций.

Таблица 3

Содержание SO_3 , %	$S_{уд.}$, м ² /кг	Гранулометрический состав					Прочность при сжатии, МПа	
		D[4,3], мкм	D[3,2], мкм	Содержание фракций (%) размером (мкм)			3 сут	28 сут
				< 4,88 мкм	4,88–30,53 мкм	>30,53 мкм		
1,5	300	35,86	8,22	11,5	43,71	44,79	21,5	40,4
2	300	41,97	9,51	9,39	40,42	50,19	20,3	40,2
3	300	42,14	9,55	9,45	39,07	51,48	19,6	39,5
4	300	47,73	10,31	8,6	36,31	55,09	11,5	30,1

Это обусловлено тем, что при совместном помоле клинкера и гипса до заданной удельной поверхности более мягкий гипс размалывается в первую очередь и оказывается измельченным более тонко. Тонкие фракции гипса, доля которых зависит от его содержания, затрудняют процесс дальнейшего измельчения, поэтому клинкер, как более твердая составляющая, недоизмельчается и активность его снижается. Разница в гранулометрии цементов отражается на их прочности, особенно в 3-суточном возрасте.

Таким образом, чтобы прогнозировать и получать заданную прочность цементного камня, необходимо подбирать не только минералогический состав исходного клинкера и вещественный состав цемента, но и оптимальную гранулометрию цементного порошка при определенной его удельной поверхности.

В последнее время делаются попытки использования гранулометров для изучения взаимодействия активных минеральных добавок с CaO , находящимся в жидкой фазе твердеющего цемента [1].

Применение метода лазерной дифракции для экспресс-оценки гидравлической активности различных материалов весьма перспективно.

В качестве модельных активных минеральных добавок в работе использовались тонкомолотые трепел и зола. Помол добавок осуществлялся до приблизительно одинакового их гранулометрического состава и контролировался по величинам $D[4,3]$ и $D[3,2]$, значения которых составляли соответственно 30–32 мкм и 6–7 мкм.

Известно, что активность минеральных добавок в первую очередь определяется содержанием в них активных SiO_2 и Al_2O_3 , которые в присутствии воды связывают $Ca(OH)_2$ в гидросиликаты и гидроалюминаты кальция.

Установлено, что все исследуемые добавки являются активными, поскольку обеспечивают в жидкой фазе, находящейся в контакте с цементом, содержание $Ca(OH)_2$ ниже состояния насыщения.

Для сравнения исследовались минеральные добавки, обладающие

низкой гидравлической активностью, — тонкомолотые кварцевый песок и прокаленный Al_2O_3 .

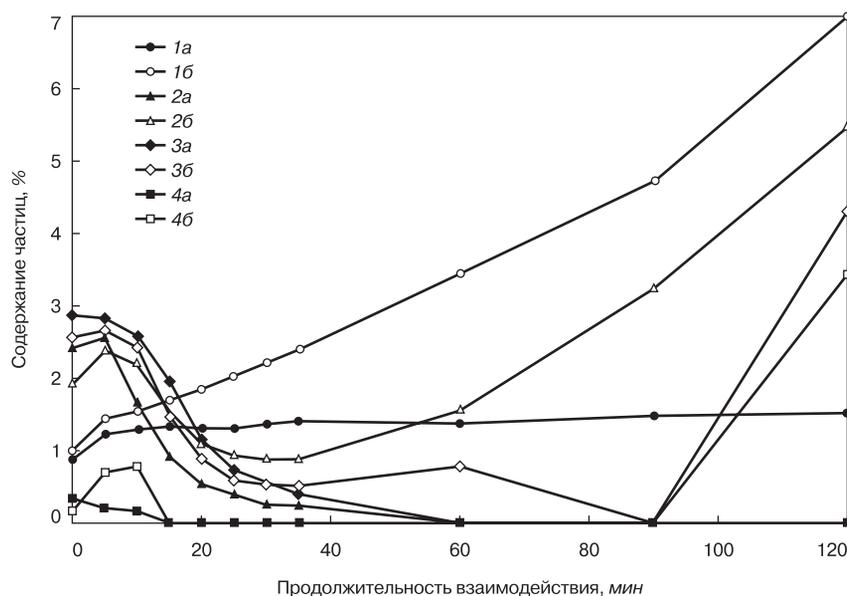
Сущность метода заключается в исследовании кинетики взаимодействия тонкомолотых минеральных добавок в течение 120 мин с $Ca(OH)_2$ из насыщенного раствора по изменению их гранулометрического состава. Качественное и количественное определение содержания этих частиц осуществлялось с помощью лазерного гранулометра. Для сравнения исследовалось поведение этих же добавок в воде. Полученные результаты представлены на рисунке.

Поскольку исследование проводилось в насыщенном растворе гидроксида кальция, то в течение первых 15 мин на процесс взаимодействия исследуемых материалов с раствором накладываются процессы кристаллизации из раствора частиц $Ca(OH)_2$, осаждения их как в объеме раствора, так и на частицах добавок и последующее растворение. Все эти процессы искажают картину связывания компонентами добавок гидроксида кальция в первые минуты. Поэтому началом заметного химического взаимодействия компонентов добавки с $Ca(OH)_2$ можно считать момент времени, когда содержание частиц размером менее 1 мкм в суспензии добавки и раствора гидроксида кальция начинает устойчиво превышать их содержание в соответствующей водной суспензии.

Полученные результаты хорошо согласуются с результатами определения активности минеральных добавок по ГОСТ 25094–94. Таким образом, данный метод дает возможность быстрого получения начальной информации о свойствах минеральных добавок.

Литература

1. Frias M., Sanchez de Rojas M.I., Luxan M.P. and Garcia N. Granulometric density curves by laser diffraction applied to the research of the pozzolan/lime reaction over time // Zement-Kalk-Gips. 1994. № 7. S. 417–420.



Содержание частиц размером менее 1 мкм в суспензиях исследуемых добавок: 1 – трепел; 2 – зола; 3 – кварцевый песок; 4 – Al_2O_3 в воде (а) и в растворе $Ca(OH)_2$ (б)

Первый симпозиум по строительным материалам КНАУФ для СНГ

1–4 июня 2004 г. в штаб-квартире баварской фирмы КНАУФ в г. Ипхофен с большим успехом прошел Первый симпозиум по строительным материалам Кнауф. С целью детального знакомства с технологиями сухого строительства с использованием материалов и систем Кнауф, организации деловых контактов и обмена информацией между специалистами высшей школы и науки Германии и стран СНГ на конгресс были приглашены руководители и профессора строительных вузов из России, Украины, Казахстана, Узбекистана и Молдовы.



«Обучение – самый действенный метод продвижения новых эффективных технологий», – считает совладелец и управляющий компаньон группы КНАУФ Николаус Кнауф



Обязательное применение ГКЛ и ГВЛ при строительстве и реконструкции жилых и общественных зданий закреплено в территориальных строительных нормах «Строительство в сейсмических районах Краснодарского края» (СНKK 22-301-2000*), введенных в действие в апреле 2004 г., подчеркнул А.М. Потапенко



«С профессором Ю.П. Панибратовым нас связывает многолетняя дружба» – так представил доктор Х. Гамм, который был инициатором тесных научных связей между фирмой Кнауф и строительным университетом почти десять лет назад, ректора СПбГАСУ

Фирма КНАУФ постоянно осуществляет системное продвижение технологии строительства с использованием своей продукции. Стратегическим направлением в реализации этой задачи является обучение. Только в странах СНГ не один год успешно работает 14 учебных центров, предприятия и маркетинговые организации фирмы КНАУФ активно сотрудничают с образовательными учреждениями различного уровня. Важным результатом такой работы в России стал стандарт по профессии «Специалист сухого строительства», который был утвержден в марте 2004 г. Министерством труда и социального развития РФ. Дальнейшей задачей фирмы является содействие подготовке специалистов высшей квалификации, отметил доктор Х. Гамм, член правления международной группы КНАУФ, по инициативе которого был организован симпозиум. Это возможно, лишь начав подготовку специалистов на этапе обучения в вузе.

Огромная работа по внедрению технологий Кнауф в строительство проделана в Краснодарском крае. Там расположены одно из крупнейших зарубежных предприятий группы КНАУФ ОАО «Кубанский гипс Кнауф» (п. Псебай) и самая динамично развивающаяся маркетинговая фирма ООО «Кнауф Маркетинг Краснодар».

О высокой социальной значимости деятельности фирмы КНАУФ в регионе рассказал участникам симпозиума руководитель Департамента строительства Краснодарского края канд техн. наук А.М. Потапенко.

Он отметил высокую эффективность трехуровневой системы обучения, реализованной фирмой КНАУФ в регионе. Первый уровень обучения – работа с учебными заведениями начального профессионального образования. В настоящее время курс сухого строительства введен в программу 18 профессиональных училищ и лицеев Краснодарского края и Адыгеи. Второй уровень обучения – учебные центры Кнауф, которые являются подразделениями предприятий группы КНАУФ. В них осуществляется обучение технологиям Кнауф, переподготовка специалистов и мастеров, имеющих строительные навыки и образование. В 2003 г. в учебных центрах было подготовлено более 2,5 тыс. человек. Третий уровень обучения – сотрудничество с вузами. С 2001 г. ООО «Кнауф Маркетинг Краснодар» активно сотрудничает с Кубанским государственным аграрным университетом. Для студентов-архитекторов разработан курс «Архитектура и дизайн с применением технологий Кнауф». Развивается сотрудничество с Кубанским государственным технологическим университетом, Кубанским государственным университетом, Ставропольским государственным техническим университетом.

А.М. Потапенко отметил, что высокая инвестиционная активность и социальная ответственность фирмы КНАУФ во многом способствовала динамичному положительному развитию гипсовой промышленности и региональному строительству в целом.

Аплодисментами приветствовали участники симпозиума блестящий доклад профессора И. Штарка из Веймарского института строительного материаловедения. После слайд-экскурса в тысячелетнюю историю использования гипсовых материалов ученый заставил слушателей обратиться к прозе кристаллической решетки сульфата каль-



Профессор Х.-У. Хуммель наглядно показал, что гипсокартонные листы в процессе постоянного совершенствования технологии производства из простого облицовочного элемента превратились в многофункциональный строительный материал



ция, геологии и технологии добычи гипса. Через многообразие природных форм гипса профессор И. Штарк подошел к фазовым превращениям, химизму и термодинамике процессов дегидратации при производстве вяжущего и гидратации при затворении водой. Системное изложение технологии производства строительных материалов на основе гипса и представление поистине неограниченных возможностей их применения было завершено эффектной демонстрацией слайдов диковинных гипсовых кристаллов.

Выступление действительного члена Немецкой академии архитектуры и градостроительства профессора Т. Йохера из Штутгартского университета было предельно насыщено демонстрацией возможностей использования материалов и систем Кнауф для решения самых разных архитектурных и градостроительных задач. Это реконструкция зданий, перепрофилирование промышленных зон, социальное жилищное строительство, создание интерьеров как в классическом, так и в стиле техно, строительство жилья в зонах с повышенным уровнем шума и множество других эффектных примеров.

Инженер К. Тихельманн из Института сухого и легкого строительства технического университета г. Дармштадта аргументированно доказал, что сухое и легкое строительство современно и перспективно. Он отметил, что при сравнении природных конструкций и высокопроизводительных технических конструкций обнаруживается следующая общность: экономичность в расходовании ресурсов, высокая функциональность и тщательность в исполнении. Специалисты из междисциплинарных групп института ведут исследования в области функциональных, физических, теплотехнических, светотехнических, экономических проблем этого перспективного метода строительства. Они противопоставляют традиционной массивности конструкций и интеллектуальной бедности технических решений легкость, функциональность, трансформируемость, экономичность и высокую технологичность.

Профессор Х.-У. Хуммель, работающий в штаб-квартире КНАУФ в г. Ипхофен, представил технические новинки последнего времени. Например, гипсовый сердечник листа «Пиано» содержит специальные компоненты, обеспечивающие высокую звукоизоляцию, Кнауф лист «Лавита» с одной стороны облицован токопроводящим картоном. Его токопроводимость достигается с помощью графитового волокна, интегрированного в наружный слой. Такой лист может экранировать электромагнитные поля широкого диапазона частот. Существует также множество перспективных разработок, таких как материалы, улучшающие воздушную среду помещений за счет использования цеолитов или специальных листов для создания «пассивного» помещения с использованием капсулированного парафина, разработанного немецкой фирмой BASF.

Были представлены новые конструкции: перегородки высотой более 8 м, так называемые киноперегородки с использованием специального демпфирующего MW профиля, система помещения в помещении и др.

Живой обмен мнениями не прекращался даже в перерывах между заседаниями. Немецкие коллеги отвечали на профессионально сформулированные вопросы ректора СПбГАСУ Ю.П. Панибратова и ректора Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета В.А. Игнатьева.

Фирма КНАУФ ведет активную производственную и учебную деятельность в Украине совместно со специалистами фирмы «Кнауф гипс Киев». Поэтому введение учебных курсов в программы вузов стало заботой и перспективным направлением работы ректора Донбасской государственной академии строительства и архитектуры Е.В. Горохова и проректора Киевского национального университета строительства и архитектуры П.В. Кривенко, у которых также накопилось немало вопросов. Конструктивные предложения высказал президент Казахской головной архитектурно-строительной академии А.А. Кусаинов.

От декана факультета ПГС МГСУ Н.И. Сенина немецкие коллеги получили приглашение прочесть курс лекций для студентов старших курсов факультета. А за право принимать второй Симпозиум по строительным материалам Кнауф для СНГ даже разгорелась борьба между университетами. Решение было принято в пользу МГСУ.

Е.И. Юмашева



Использование материалов и систем Кнауф дает архитектору поистине неограниченные возможности при организации внутреннего пространства зданий любого функционального назначения, подтверждает Т. Йохер



«Умственное усилие должно прийти на смену физическому труду, – считает К. Тихельманн. Мы ведь строим на будущее, а не навечно»



А.А. Федулов стоял у истоков практического внедрения системы образования Кнауф в России. Он информирует доктора Х.Гамма о новых формах работы с учебными заведениями разных уровней



В заключение симпозиума развернулась активная дискуссия о перспективах развития сухого строительства в России и странах СНГ



До свидания, Ипхофен. До встречи в Москве

Теплопроводность легких теплоизоляционных материалов в зависимости от их температуры

Коэффициент теплопроводности строительных теплоизоляционных материалов изменяется в зависимости от их температуры. Это касается как твердой фазы, так и воздуха, заполняющего поры материала. Кроме того, изменяется и интенсивность передачи тепла излучением.

В требованиях нормативов [1, 2] приводится коэффициент теплопроводности строительных теплоизоляционных материалов при температуре 10°C, и поэтому для других средних температур необходимо соответствующий пересчет его значений. Нормативный документ [3] предлагает проводить пересчет коэффициента теплопроводности материалов только в таком температурном интервале, где его значение не изменяется больше, чем на 2%, что связано с возможными неточностями при пересчете в более широких интервалах. Однако применение легких теплоизоляционных материалов в качестве технической теплоизоляции требует сведений о коэффициенте их теплопроводности при температуре от 0 до 60°C, учитывая

имеющиеся в аттестатах испытаний результаты измерения теплопроводности при температуре 10 или 25°C.

Таким образом, необходимо исследование зависимости теплопроводности теплоизоляционных материалов от средней температуры эксплуатации в более широком интервале температур, а также пересчет с одной температуры на другую. В работе представлены результаты определения коэффициента теплопроводности наиболее широко применяемых в строительной практике минераловатных и пенополистирольных теплоизоляционных изделий в интервале температур от 0 до 60°C.

Измерение коэффициента теплопроводности образцов теплоизоляционного материала размерами 305×305×(35–70) мм проводили при средних температурах 0, 10, 25, 35, 50, 60°C согласно требованиям [4, 5] на приборе симметричной конфигурации с горизонтально расположенными измерителями теплового потока и защитой боковых поверхностей образца FOX 304 (Laser

Comp., США). Направление теплового потока осуществляли снизу вверх, перепад температур между холодной и горячей пластинами составлял 20°C. Калибрование проводили по сертификационным эталонам из стекловаты и пенополистирола. Образцы предварительно доводили до равновесной гигроскопической влажности при температуре 23±2°C и относительной влажности воздуха 50±5%.

Для пересчета значений коэффициента теплопроводности, измеренных при средних температурах 10 и 25°C, на другие температуры предложена эмпирическая зависимость, в соответствии с которой

$$\lambda_T = \lambda_{10^\circ\text{C}} \cdot F_{(10^\circ\text{C})}; \quad (1)$$

$$\lambda_T = \lambda_{25^\circ\text{C}} \cdot F_{(25^\circ\text{C})}; \quad (2)$$

где λ_T – коэффициент теплопроводности материала при любой температуре в интервале 0–60°C; $\lambda_{10^\circ\text{C}}$, $\lambda_{25^\circ\text{C}}$ – коэффициент теплопроводности материала при средней температуре измерения 10 или 25°C соответственно; $F_{(10^\circ\text{C})}$, $F_{(25^\circ\text{C})}$ – коэффициенты пересчета при средних температурах измерения 10 и 25°C

Таблица 1

Статистические показатели коэффициентов пересчета	Экспериментальные значения коэффициентов							
	$F_{(10^\circ\text{C})}$				$F_{(25^\circ\text{C})}$			
	средние температуры измерений, °C							
	0	25	35	50	0	10	35	50
Количество определений	<u>109</u> 31	<u>150</u> 73	<u>122</u> 33	<u>108</u> 31	<u>106</u> 31	<u>153</u> 73	<u>122</u> 33	<u>108</u> 31
Минимальное значение	0,953 0,939	1,04 1,033	1,082 1,073	1,13 1,114	0,89 0,859	0,93 0,914	1,029 1,028	1,071 1,067
Максимальное значение	0,972 0,971	1,073 1,094	1,118 1,156	1,194 1,256	0,922 0,931	0,955 0,968	1,048 1,069	1,115 1,149
Среднее арифметическое значение	0,962 0,957	1,061 1,06	1,101 1,111	1,161 1,178	0,907 0,899	0,943 0,944	1,038 1,043	1,095 1,105
Среднее квадратическое отклонение	0,00376 0,01033	0,00585 0,01714	0,0091 0,02781	0,01492 0,04709	0,00708 0,02332	0,00496 0,01511	0,00367 0,01129	0,00892 0,02772

Примечание. Над чертой – показатели для плит из пенополистирола, под чертой – для минераловатных изделий.

Изделия	Коэффициент F_T	Постоянные коэффициенты уравнения (3)		Среднеквадратическое отклонение $S_{\text{мар}}$	Коэффициент детерминации $R_{F_T}^2$	Количество результатов
		b_0	b_1			
Пенополистирольные плиты	$\bar{F}_{10^\circ\text{C}}$	0,9615	0,003991	0,0091	0,983	489
	$\bar{F}_{25^\circ\text{C}}$	0,9055	0,003788	0,0063	0,992	489
Минераловатные маты, мягкие и жесткие плиты	$\bar{F}_{10^\circ\text{C}}$	0,955	0,004346	0,0293	0,869	180
	$\bar{F}_{25^\circ\text{C}}$	0,9026	0,003972	0,0204	0,939	180

соответственно, определяемые по полученным эмпирическим зависимостям.

В работе приняты зависимости линейного вида, которые просты в расчетах и позволяют с достаточной точностью определять значения коэффициентов F :

$$\bar{F}_{(10, 25^\circ\text{C})} = b_0 + b_1 \cdot T, \quad (3)$$

где $\bar{F}_{(10, 25^\circ\text{C})}$ – средняя величина коэффициента пересчета значения коэффициента теплопроводности материала со средней температурой его измерения, равной 10 или 25°C; T – температура, для которой пересчитывается значение коэффициента теплопроводности; b_0 , b_1 – постоянные коэффициенты, вычисленные по экспериментальным данным методом наименьших квадратов.

В качестве меры рассеяния значений $F_{(10, 25^\circ\text{C})}$ вокруг теоретической линии регрессии (3) принято среднее квадратическое отклонение $S_{\text{мар}}$.

Мерой степени тесноты связи между двумя переменными в регрессионной схеме при линейной зависимости служит коэффициент корреляции $R_{F(10, 25^\circ\text{C}), T}$. Для истолкования получаемых значений использовали коэффициент детерминации, который показывает, какая доля вариации одного признака зависит от варьирования другого признака, то есть измеряет ту долю вариации $F_{(10, 25^\circ\text{C})}$, которая зависит от значения T . Коэффициент детерминации отражает долю тех изменений выходной величины, которые зависят от контролируемых входных факторов. При линейной зависимости коэффициентом детерминации служит квадрат коэффициента корреляции $R_{F(10, 25^\circ\text{C}), T}^2$ [6].

Прогнозируемое наибольшее значение $F_{(10^\circ\text{C})}$ или $F_{(25^\circ\text{C})}$ может быть представлено верхней односторонней доверительной границей его квантили $p = 0,9$ с вероятностью $(1-\alpha) = 0,9$ [1, 2].

$$F_{(10, 25^\circ\text{C})}^{\text{max}} = \bar{F}_{(10, 25^\circ\text{C})} + k_2 \cdot S_{\text{мар}}, \quad (4)$$

где k_2 – толерантный множитель, определяемый по объему выборки согласно ([3], табл. С.1).

Исследованы плиты из пенополистирола, изготовленные литовскими и польскими предприятиями беспрессовым способом – вспениванием в замкнутом объеме гранул полистирола диаметром 0,9–2,5 мм фирм «STYROCHEM» (Финляндия), «BASF» (Германия), «DWORKY» A.S. (Польша). Плотность плит составляла от 11,5 до 36 кг/м³ при коэффициенте теплопроводности $\lambda_{10^\circ\text{C}}$ от 0,044 до 0,03 Вт/(м·К).

В табл. 1 приведены результаты статистической обработки экспериментальных значений коэффициентов пересчета теплопроводности плит из пенополистирола и минераловатных изделий со средней температурой измерения, равной 10 и 25°C, на коэффициенты для температуры от 0 до 50°C. По результатам определения теплопроводности образцов пенополистирола получены регрессионные уравнения вида (3) для значений $F_{(10^\circ\text{C})}$ и $F_{(25^\circ\text{C})}$ (табл. 2). Коэффициенты детерминации полученных регрессионных зависимостей для плит из пенополистирола составляют в среднем $R_{F(10, 25^\circ\text{C}), T}^2 = 0,99$, что свидетельствует о том, что вариация коэффициентов $F_{(10^\circ\text{C})}$ и $F_{(25^\circ\text{C})}$ обусловлена на 99% изменением средней температуры измерения коэффициента теплопроводности.

Исследованы минераловатные изделия плотностью от 20 до 175 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности $\lambda_{10^\circ\text{C}}$ от 0,032 до 0,04 Вт/(м·К), изготовленные предприятием ЗАО «PAROC» (Вильнюс) и европейскими фирмами с применением различных сырьевых материалов. Средний диаметр минерального волокна составлял 5–6 мкм.

На основе экспериментальных результатов определения теплопроводности образцов минераловатных изделий в табл. 2 приведены результаты регрессионного анализа для значений $F_{(10^\circ\text{C})}$ и $F_{(25^\circ\text{C})}$. Коэффициенты детерминации $R_{F(10, 25^\circ\text{C}), T}^2$ полученных регрессионных зависимостей для минераловатных изделий колеблются от 0,87 до 0,94 и показывают, что вариация значений $F_{(10^\circ\text{C})}$ и $F_{(25^\circ\text{C})}$ обус-

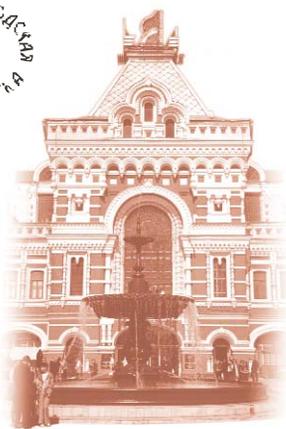
ловлена на 87–94% изменением температуры T и на 6–13% – другими факторами. Среди последних, очевидно, преобладает неоднородность структуры исследованных минераловатных образцов.

Сравнение коэффициентов температурного пересчета теплопроводности пенополистирольных и минераловатных изделий по предлагаемому методу и согласно [3] во всем допуском [3] диапазоне температур и значений их коэффициентов теплопроводности показало, что разница между ними в первом случае колеблется в пределах $\pm 1,5\%$, а во втором – $\pm 2,5\%$. При этом в случае пересчета в более низких температурных интервалах эта разница обычно ниже $\pm 0,5\%$.

Таким образом, предложенные эмпирические зависимости могут применяться на практике, в том числе и в тех случаях, когда требуются температурные пересчеты коэффициентов теплопроводности в более широком интервале температур, чем в EN ISO 10456:1999E.

Список литературы

1. EN 13162:2001 (E). Thermal insulation products for buildings. Factory made mineral wool (MW) products. Specification. 31 p.
2. EN 13163:2001 (E). Thermal insulation products for buildings. Factory made products of expanded polystyrene (EPS). Specification. 39 p.
3. EN ISO 10456:1999 (E). Building materials and products. Procedures for determining declared and design thermal values (ISO 10456:1999). 18 p.
4. ISO 8301:1991 (E). Thermal insulation. Determination of steady-state thermal resistance and related properties. Heat flow meter apparatus. 40 p.
5. EN 12667:2001 (E). Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance. 40 p.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1990. 352 с.



А Р О С С И Й С К И Й АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ в Нижнем Новгороде

8–21 мая 2004 г. в Нижнем Новгороде, издавна славившемся выставками-ярмарками, состоялся II Российский архитектурно-строительный форум. Его организаторами выступают администрация представителя Президента РФ в Приволжском федеральном округе, Министерство промышленности, науки и технологий РФ, Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, Союз архитекторов России, правительство Нижегородской области, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет и Всероссийский выставочный центр «Нижегородская ярмарка». Он проходил одновременно с 6-м международным научно-промышленным форумом «Великие реки», с которым был объединен общим конгрессом, затрагивавшим не только экологические вопросы, но и проблемы архитектуры и развития городской инфраструктуры.

Комплекс мероприятий, проводимый «Нижегородской ярмаркой» в середине мая, — это уникальное явление в выставочном бизнесе, отличающееся чрезвычайной актуальностью в международном масштабе и социальной значимостью представляемых вопросов.

Открывая форумы, губернатор Нижегородской области Г.М. Ходырев отметил, что их целью является объединение усилий политиков, государственных деятелей, известных ученых, а также представителей международных экологических организаций для обсуждения вопросов экологии, без решения которых невозможно серьезно говорить о будущем нашей планеты. Почетный гость Архитектурно-строительного форума президент Российской академии художеств народный художник РФ, посол доброй воли ЮНЕСКО Зураб Церетели преподнес в дар Нижегородскому региону панно под названием «Добро побеждает зло».



«Нижегородская ярмарка» — явление в выставочном бизнесе уникальное. Со старинным ярмарочным домом соседствуют высокотехнологичный стационарный красавец павильон и открытая экспозиция выставки «Ландшафт и усадьба»

Архитектурно-строительный форум включал ряд тематических выставок: «Архитектура и строительство», «Окна и двери», «Сантехника. Керамика. Камень», «Отопление. Вентиляция. Кондиционеры», «Системы охраны и противопожарной защиты», «Интерьер. Дизайн. Отделка», «Электрооборудование и освещение», «Ландшафт и усадьба», «Городское хозяйство». В работе II Архитектурно-строительного форума приняли участие более 250 фирм и предприятий из 19 регионов России и шести зарубежных стран (Германии, Финляндии, Франции, Италии, Испании, Швеции), что на 30% больше, чем в прошлом году. Его экспозиция разместилась в двух павильонах на площади более 3,5 тыс. м². В рамках форума была организована обширная деловая программа — конференции, презентации, семинары. В дни работы форума нижегородская ярмарка приняла более 21 тыс. гостей, из них более половины — специалисты, 36% посетителей приехали из городов России и зарубежных стран.

Вопросы градостроительства, архитектуры, развития материальной базы строительства, конечно, не носят такого глобального характера, как тематика форума «Великие реки», однако неразрывно связаны и с экологическими задачами, и с рациональным использованием водных ресурсов. Это наглядно отражала экспозиция выставки, на которой было представлено большое количество оборудования, приборов регулирования и учета различных ресурсов.

Растущий интерес участников строительного комплекса к Архитектурно-строительному форуму в Нижнем Новгороде обусловлен многими причинами.

Нижегородская область занимает особое место в развитии России. Еще десять лет назад город не был так



ОАО «Завод ячеистых бетонов» был первенцем стройиндустрии в Нижнем Прикамье. Продукция завода использовалась для промышленного и энергетического строительства. В настоящее время предприятие — крупнейший производитель эффективных материалов для жилищного строительства



Впервые прибыли на Нижегородскую ярмарку, а заодно и на стенд журнала «Строительные материалы» древнерусские витязи клуба исторической реконструкции «Шторм» под руководством Л.А. Михеева



Облицовочные материалы из «Древолита», имитирующие натуральный камень и кирпич, которые используются для современных и классических зданий и помещений, демонстрировало ООО «Древолитстрой»



Сергачский электромеханический завод совместно с фирмой «ДКВ-Е» производит полный спектр современной опалубки и комплектующих изделий для монолитного строительства

широко известен за пределами России, а в СССР это был закрытый город с секретными оборонными заводами, КБ и НИИ. В настоящее время регион располагает квалифицированными кадрами, наукоёмкими, высокотехнологичными производствами, большинство из которых ориентируется на гражданские цели. Правительство области держит курс на дальнейшее развитие промышленности, что подкрепляется областным законодательством, в первую очередь законом «О государственной поддержке инвестиционной деятельности на территории Нижегородской области». Область отнесена экспертами к числу регионов с наиболее благоприятными условиями инвестирования и стабильно низким относительным уровнем инвестиционного риска. Нижегородский регион отличается достаточно высоким уровнем развития рыночных отношений.

Соответственно развивается и строительный комплекс. Несколько лет в г. Дзержинске работает ОАО «Авангард Кнауф», выпускающее гипсоволокнистые листы, а в настоящее время строится ОАО «Акрилат», которое будет выпускать акриловые эмульсии; продолжается реконструкция ОАО «Борский стекольный завод» совместно с бельгийской фирмой «Главербель»; в г. Арзамасе финской фирмой «Оптирок» строится завод по производству сухих строительных смесей «Арзамикс». Все эти фирмы были активными участниками выставки.

В экспозиции также широко были представлены эффективные материалы и технологии для возведения стен — ячеистые бетоны автоклавного (ОАО «ЗЯБ», г. Набережные Челны) и неавтоклавного твердения (ООО «Диага», г. Дзержинск), пустотелые вибропрессованные блоки, силикатный кирпич (ЗАО «Борский силикатный завод», ООО «Силикатстрой», г. Дзержинск), сэндвич-панели (ООО «Завод строительных биоконструкций «Армакс», Санкт-Петербург) и др.

Активная работа велась на большом даже по столичным меркам стенде Нижегородского завода крупнопанельного домостроения-4, который был введен в эксплуатацию в 1984 г. Предприятие оснащено гибкими технологическими линиями конвейерного производства, на которых изготавливается широкая номенклатура железобетонных изделий для строительства жилых домов, коттеджей, школ, офисов, магазинов, гаражей, зданий и помещений бытового обслуживания, железобетонные изделия малых форм и для благоустройства. В настоящее время завод является застройщиком экспериментального жилого комплекса «Мещерское озеро»,

а также предлагает современные решения для строительства коттеджей.

Сухие строительные смеси являются неотъемлемой частью строительного процесса и, конечно, экспозиций строительных выставок. В Нижнем Новгороде ССС производит ЗАО «Пирамида-А». Разработка рецептур производится в собственной лаборатории предприятия, контроль качества на всех переделах производства позволяет внедрять самые современные технологии. Различные торговые организации представляли практически все известные марки ССС.

Большую работу в регионах ведет финансовая корпорация «Социальная инициатива» (Москва) — управляющая компания в сфере строительства в форме командитного товарищества. Кроме большой экспозиции, объединившей многих партнеров корпорации, в том числе региональных, были организованы семинары-консультации «Опыт использования финансовых технологий в инвестиционном процессе» и «Союз кредитных потребительских кооперативов граждан как альтернатива коммерческому кредитованию», на которых обсуждались возможности жилищных займов и получения дохода от операций с недвижимостью. Как было заявлено в ходе семинара, корпорация, отталкиваясь от нужд потребителей, разработала и осуществила программы «Улучшаем жилье при нехватке денег», «Ипотека-строй», «Живи и выкулай» и создала ряд инвестиционных фондов реального сектора внутрикорпоративных вложений, направленных на сохранение сбережений и получение прибыли.

Четыре дня работы форума прошли для всех его участников в напряженной деловой обстановке. При этом чувствовалось, что двум таким крупным с точки зрения выставочных площадей, насыщенным деловыми программами и активно посещаемым мероприятиям, как Архитектурно-строительный форум и форум «Великие реки» стало тесновато на одной площадке. Ведь к строительному форуму стали проявлять интерес разработчики технологий и производственного оборудования, для представления которого нужны существенно большие площади.

Работу форумов освещали 189 представителей СМИ из 14 регионов России: Нижнего Новгорода, Самары, Калининграда, Санкт-Петербурга, Москвы, Кирова, Оренбурга, Саратова, республик Чувашия, Мордовия, Удмуртия, Татарстан, а также Коми-Пермяцкого АО. Нет сомнений, что на следующий год число участников и посетителей станет еще больше.

Тамара Пец

В.Ф. ЗАВАДСКИЙ, д-р техн. наук, Г.Н. ФОМИЧЕВА, И.В. КАМБАЛИНА, инженеры,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Новый вид наполнителя для ячеистого бетона*

Теплоизоляционные и конструктивно-теплоизоляционные строительные изделия из ячеистых бетонов являются одними из перспективных и конкурентоспособных на строительном рынке. Однако отмечается дефицит материалов этой группы как в РФ, так и в Сибирском регионе.

В России суммарная годовая мощность производств по выпуску изделий из ячеистых бетонов (в основном автоклавного твердения) составляет около 3 млн м³, из которых более половины предназначено для изготовления мелких стеновых блоков. Годовой объем изделий из неавтоклавного ячеистого бетона не превышает 10% указанного выпуска [1].

Приведенные энергозатраты на производство 1 м³ неавтоклавного пенобетона марки D 400 составляют 2,16 мДж (73,8 кг у. т.), а на производство газосиликата такой же плотности — 3,81 мДж (130,1 кг у. т.) [2].

В последние годы исследования по проблеме теории и технологии производства ячеистых бетонов проводятся по следующим основным направлениям: корректировка и регулирование рецептурно-технологических параметров производства при использовании традиционных видов кремнеземистых компонентов (кварцевый песок, золы ТЭС, шлаки или их смеси); разработка новых наиболее эффективных порообразователей (газо- и пенообразователей); совершенствование технологии производства (баротехнология, пеногазобетонная технология и др.) [3–5]. Практически нет публикаций по использованию в производстве ячеистых бетонов новых видов сырья.

Традиционно ячеистые бетоны и изделия на их основе получают на основе кварцевого песка, резе зол ТЭС или их смесей. При этом для обеспечения требуемой прочности и низкой средней плотности обязательной в технологии ячеистых бетонов является операция помола кремнеземистого компонента [6].

Для гарантированного обеспечения получения газобетона с величиной средней плотности 400–500 кг/м³ необходимо использование кварцевого песка с удельной поверхностью 2500–3000 см²/г [6]. Установлено, что на помол песка расходуется электроэнергия до 25 кВт·ч/т или в перерасчете на 1 м³ ячеистого бетона с учетом расхода песка 0,18–0,28 т — 4,5–7 кВт·ч [7].

Авторами впервые предложено использовать в производстве ячеистых бетонов в качестве наполнителя дисперсные попутные продукты дробления альбитофировых пород.

Анализ патентной и технической литературы показал, что для получения ячеистых бетонов альбитофировые пески и пыли не применяются.

Альбитофировые порошки и пыли, являясь отходами дробления соответствующих пород, через систему пылеулавливания поступают в отвал или запасные бункеры в мелкодисперсном виде с удельной поверхностью 2000–3500 см²/г (по прибору ПСХ-4). Альбитофировые горные породы относятся к группе кислых эффузивных пород щелочного ряда с вкраплениями и микролитами основной массы, представленными главным образом альбитом Na [AlSi₃O₈] — 75–87%; также в состав входят кварц — 6–10%, хло-

рит, гидрохлорит — 6–7%, лейкоксен, сфен — 2–3%, карбонат — 1–2%, магнезит — 1–2%. Химический состав пород, %: SiO₂ — 67,68; Al₂O₃ — 14,23; Fe₂O₃ — 5,7; TiO₂ — 7,17; R₂O — 7,38; CaO — 1,11; MgO — 0,88; H₂O — 0,31; SO₃ — 0,11; ппп — 0,72. Структура пород порфировая.

Истинная плотность пород — 2,4 г/см³, насыпная плотность альбитофирового дисперсного порошка — 1,1–1,3 т/м³, остаток на сите № 008 составляет для пылей из циклонов 10–12%, порошка из отвалов — 20–25% или остаток на сите № 02 — 5–7%.

Фазовый и химический составы, высокая дисперсность и микрошероховатость частичек альбитофировых порошков определяют особенности реологических свойств, протекания процессов гидратации и твердения литевых шламов и поризованных масс с использованием минеральных вяжущих — портланд- и шлакопортландцементов.

В лаборатории кафедры строительных материалов и спецтехнологий НГАСУ проведены исследования технологических свойств альбитофироцементных смесей, шламов и поризованных масс в сравнении с цементно-песчаными растворами (табл. 1).

Для сравнения водопотребности альбитофироцементного и цементно-песчаного растворов измерялась осадка конуса по методике ГОСТ 310.4–81. Полученные данные показывают, что для получения раствора необходимой консистенции на основе альбитофирового порошка требуется большее количество воды затворения, чем для цементно-песчаного раствора. Это связано с высокой дисперсностью и микропористостью альбитофирового порошка.

Альбитофироцементные растворные образцы имеют меньшую величину средней плотности и прочности при сжатии по сравнению с цементно-песчаными, но коэффициент конструктивного качества выше. Обусловливается это активностью альбитофирового порошка по отношению к портландцементу. Факт проявления пуццо-

Таблица 1

Раствор	Осадка конуса при В/Ц=0,47, см	Средняя плотность, т/м ³	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при сжатии, МПа	ККК (R _{сж} /R _м)	Водопоглощение, мас. %
Альбитофироцементный	103	1,6	3,3	9,92	6,2	13
Цементно-песчаный	116	2	3,6	11,2	5,6	10

Примечание. Данные испытаний образцов нормального твердения.

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства образования РФ, программа «Архитектура и строительство», тема 02.01.103.

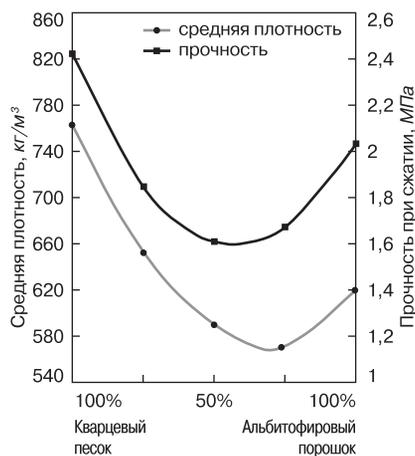


Рис. 1. Зависимость средней плотности и прочности при сжатии газобетона от содержания альбитофирового порошка

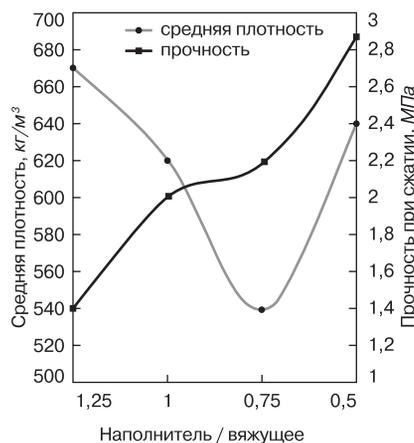


Рис. 2. Зависимость средней плотности и прочности альбитофирогазобетона от отношения наполнителя к вяжущему

Таблица 2

Газобетон	Оптимальные для вспучивания		Средняя плотность, т/м³	Прочность при сжатии, МПа	ККК ($R_{сж}/\rho_m^2$)	Водопоглощение, мас. %
	В/Т	температура смеси, °С				
Альбитофировый	0,47	35	0,58	2,29	6,81	55
На кварцевом песке	0,4	45	0,71	2,65	5,25	60

лановой активности пылевидных полиминеральных песков при получении песчаных бетонов установлен Ю.Д. Чистовым [8].

Апробировались составы, содержащие в качестве наполнителя при получении неавтоклавного газобетона альбитофировые дисперсные порошки, а также составы, где часть альбитофира была заменена на молотый кварцевый песок. Для обеспечения щелочной среды и протекания процесса газовыделения в смесь добавлялась известь.

Экспериментальные данные (рис. 1) показывают, что минимальное значение средней плотности 570 кг/см³ соответствует составу газобетона, в котором в качестве наполнителя используется смесь альбитофирового дисперсного порошка (70 мас. %) и кварцевого песка (30 мас. %). Увеличение и уменьшение содержания кварцевого песка в смеси ведет к повышению средней плотности газобетона.

Для обеспечения требуемой текучести шлама водотвердое отношение (В/Т) составляло 0,45–0,5, а с увеличением дозировки песка В/Т снижалось до 0,4.

Для получения неавтоклавного газобетона требуемой прочности и при меньшей величине средней плотности определялось оптимальное соотношение альбитофирового порошка к вяжущему в смеси (рис. 2).

При снижении количества вяжущего в смеси наблюдается резкое падение прочности газобетонных образцов. Увеличение содержания портландцемента в смеси ведет к повышению прочности, но при этом также повышается средняя плотность. Это обусловлено быстрым набором структурной прочности, что потенциально сокращает время процесса вспучивания смеси. Оптимальным соотношением для получения альбитофирогазобетона со средней плотностью 540 кг/м³ является отношение 0,75.

Оптимальной для вспучивания альбитофироцементного шлама является температура $34 \pm 2^\circ\text{C}$. При повышении температуры до 36°C смесь быстро схватывается, что препятствует вспучиванию смеси, а выделяющийся газ нарушает структуру образцов, снижая их прочность. Снижение температуры смеси ведет к замедлению реакции газовыделения и схватывания смеси, что приводит к осадке вспучивающейся массы. Минимальная величина средней плотности газобетона на кварцевом песке, равная 710 кг/м³, достигнута при температуре формовочного шлама $40\text{--}45^\circ\text{C}$.

Сравнительные свойства газобетонных смесей и образцов на основе альбитофирового и кварцевого песков приведены в табл. 2.

Меньшая величина водопоглощения альбитофирогазобетона при

меньшем показателе средней плотности объясняется большим содержанием замкнутых пор в структуре газобетона на альбитофировом порошке.

Таким образом, изменяя содержание ингредиентов и технологические параметры, возможно получение альбитофирогазобетона с величиной средней плотности в диапазоне 540–600 кг/м³.

Предварительные расчеты показывают, что себестоимость 1 м³ ячеистых бетонов неавтоклавного твердения на основе альбитофиров по сравнению с бетонами на кварцевом песке будет ниже. Это связано с исключением из технологии операции помола, использованием попутно добываемого сырья и меньшей температурой формовочного альбитофироцементного шлама.

Организация производства ячеисто-бетонных строительных изделий на основе альбитофировых порошков возможна в местах добычи и переработки альбитофировых пород, в частности в пос. Горном Новосибирской области.

Список литературы

1. Ахманицкий Г.Я. и др. Пути совершенствования технологии и оборудования для производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона // Бетон и железобетон. 1997. № 2. С. 9–12.
2. Коновалов В.М. Энергетические затраты при производстве ячеистых бетонов // Строит. материалы. 2003. № 6. С. 6–7.
3. Завадский В.Ф. Перспективные технологические направления производства стеновых изделий из ячеистых бетонов // Повышение качества материалов дорожного и строительного назначения. Сб. научн. тр. Омск, 2001. С. 12–15.
4. Трифонов Ю.П., Сухов В.Г. Новые технологии и установка непрерывного пеннобетона под давлением // Строит. материалы. 1999. № 7, 8. С. 18–19.
5. Завадский В.Ф., Дерябин П.П., Косач А.Ф. Технология получения пеногазобетона // Строит. материалы. 2003. № 6. С. 2–3.
6. Горяинов К.Э. и др. Технология минеральных теплоизоляционных материалов и легких бетонов. М.: Стройиздат. 1966. 430 с.
7. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат. 1986. 464 с.
8. Чистов Ю.Д. Концепция создания неавтоклавных бетонов на основе пылевидных песков // Бетон и железобетон. 1993. № 10. С. 15–16.

Улучшение технологических характеристик гипса с помощью иминодиянтарной кислоты

Механизм схватывания и твердения гипса вызывает интерес у многих исследователей. Процессы, происходящие в затвердевающем гипсовом тесте, изучал еще в начале прошлого века Ле-Шателье. В одной из опубликованных работ [1] он указывал, что при растворении полугидрата содержание растворенного сульфата кальция может достигать 8 г/л, хотя растворимость гипса в пересчете на CaSO_4 соответствует 2 г/л. Из этого наблюдения был сделан вывод о том, что твердение гипса сопровождается растворением $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ с последующей кристаллизацией гипса из пересыщенного раствора. В дальнейшем этот процесс основательно изучался многими учеными. Была выдвинута коллоидно-химическая [2] схема твердения гипса. По этой теории процесс твердения делится на три периода.

В первом (подготовительном) периоде происходят смачивание, набухание и частично растворение полуводного сульфата кальция.

Во втором периоде, начинающемся почти одновременно с первым, происходит коллоидизация, или схватывание материала в результате гидратации мелких частиц полуводного сульфата кальция в твердой фазе. Продолжительность второго периода, как и первого, исчисляется минутами.

Наконец, третий период – кристаллизация гипса – начинается еще до окончания периода коллоидизации и, будучи с нею связан, протекает в течение нескольких часов и даже суток.

Этот период характеризуется тем, что мелкокристаллический гипс, обладающий высокой растворимостью, переходит в крупнокристаллический, растворимость которого значительно меньше. На протяже-

нии третьего периода происходит рост прочности гипсовой отливки.

Наиболее термодинамически устойчивым является крупный монокристалл. Высокодисперсные кристаллики любого вещества нестабильны и стремятся перейти в термодинамически устойчивое состояние, отвечающее минимуму свободной поверхностной энергии кристалла.

Как известно, растворимость частиц гипса радиусом 0,1–0,25 мкм была на 4–12% выше, чем у крупных кристаллов [3]. По другим данным, растворимость частиц с радиусом 0,2 мкм на 31,5% выше, чем у крупных кристаллов гипса [2].

Механизму перекристаллизации гипса большое внимание уделял П.А. Ребиндер [4]. Согласно его представлениям прочность отливок зависит от соотношения между размерами кристаллов и площадью контакта между ними. Во время перекристаллизации растворяются главным образом термодинамически неустойчивые контакты между кристаллами, что и обуславливает снижение прочности гипса. В этих же исследованиях было выдвинуто положение о том, что на величину снижения прочности при перекристаллизации гипса можно влиять, изменяя соотношение между размерами кристаллов и площадью контакта между ними. Минимальное снижение прочности достигается при замедлении скорости твердения гипса.

Растворение исходного продукта (в данном случае полугидрата), как и процесс растворения всякого твердого вещества, состоит из двух стадий, протекающих последовательно:

а) межфазовых реакций, проходящих на границе твердого материала с растворителем;

б) переноса растворенного вещества от межфазовой границы в раствор и поступления растворителя к поверхности твердой частицы (диффузионный процесс).

Суммарная скорость растворения определяется той стадией процесса, которая протекает медленнее. Такую стадию называют контролирующей, или лимитирующей. Показано, что при взаимодействии минеральных вяжущих материалов с водой лимитирующей (определяющей) стадией в условиях твердения является перенос растворенных соединений и растворителя, то есть растворение полугидрата и гипса, которое протекает в диффузионной области.

Практика показывает, что короткие сроки схватывания вяжущих на основе гипса затрудняют или делают практически невозможным осуществление механизированных технологических процессов производства строительных материалов и конструкций. Однако введение в рецептуру гипсового вяжущего компонентов, способных управлять скоростью растворения материалов, позволяет корректировать технологические характеристики таких вяжущих.

Целью публикации работы является демонстрация возможностей синтезированного нами комплексона – иминодиянтарной кислоты (ИДЯК) [5] в деле регулирования времени жизни гипсового теста (как основного технологического параметра переработки гипсового сырья в изделия) в зависимости от количества вводимого в рецептуру комплексона.

По механизму действия все добавки можно разделить на пять классов [4]:

I – сильные, слабые электролиты и неэлектролиты, изменяющие растворимость полугидрата и гипса и не образующие на них труднорастворимых пленок;

II – вещества, являющиеся готовыми центрами кристаллизации;

III – поверхностно-активные соединения, способные к адсорбции на полугидрате и гипсе, а также уменьшающие скорость образования зародышей кристаллизации;

IV – соединения, образующие с полугидратом и гипсом труднорастворимые фазовые пленки;

Таблица 1

№ раствора затворения	Количество воды, мл	Добавка $1,12 \cdot 10^{-2}$ М комплексона, мл
1	115	5
2	110	10
3	90	30
4	70	50
5	60	60
6	20	100

V – комбинированные добавки, обладающие одновременно несколькими перечисленными свойствами.

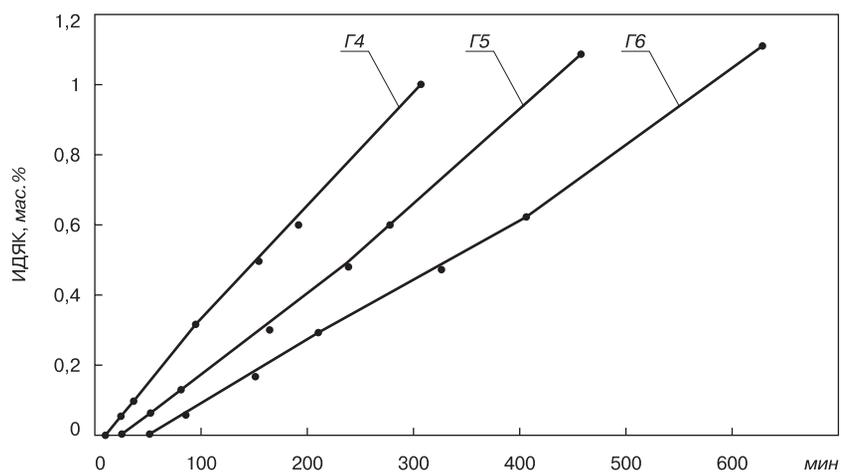
ИДЯК по приведенной классификации можно отнести к V классу добавок, так как, являясь электролитом и проявляя свойства поверхностно-активных соединений, она оказывает комплексное воздействие на процесс схватывания гипсового теста.

Растворимость полугидрата при 20°C составляет 0,885 г CaSO₄/100 г воды, а растворимость дигидрата при этой же температуре всего 0,204 г CaSO₄/100 г воды. Поэтому водный раствор полугидрата сильно переыщен по отношению к дигидрату и последний выпадает из раствора в виде кристаллов. Таким образом, гидратация гипсового вяжущего представляет собой непрерывный процесс растворения полугидрата и выкристаллизовывания из раствора дигидрата. По мере роста кристаллов гипса и их переплетения формируется поликристаллическая структура затвердевшего гипса. Процесс формирования структуры, отличающийся различными размерами, формой кристаллов, а также характером их срастания, можно разделить на три стадии.

В течение индукционного периода (первая стадия), который продолжается до начала твердения, образуются не связанные друг с другом зародыши дигидрата. Консистенция гипсовой смеси остается жидкой. На этой стадии добавка комплексона уменьшает скорость образования зародышей кристаллов.

Рост кристаллов в гипсовом тесте начинается лишь после того, как появится достаточно большое количество зародышей дигидрата. В это время отдельные кристаллы срастаются между собой неидеально (с зазорами), на этом этапе объем смеси в период роста кристаллов увеличивается (вторая стадия). Одновременно происходит формирование трехмерной решетки из кристаллов дигидрата и твердение гипсовой смеси. На этой стадии комплексон замедляет скорость роста кристаллов.

На третьей стадии в затвердевшем, но еще влажном гипсе обычно протекают процессы перекристаллизации, связанные с растворением части дигидрата в жидких межкристаллических контактах. Следствием уменьшения количества межкристаллических контактов и связанного с этим увеличения количества кристаллов является уменьшение степени их срастания, что приводит к разрушению структуры и необратимому снижению прочности на 20–30%. Добавка ИДЯК на третьей стадии замедляет процесс рекри-



Зависимость времени схватывания гипса марки Г4, Г5 и Г6 от количества введенного комплексона

Таблица 2

№ п/п	Марка гипсового вяжущего	Количество комплексона, мас. %	Время окончания схватывания, мин	Прочность при сжатии, МПа
1	Г-4	0,005	26	14,2
	Г-5	0,005	42	22
	Г-6	0,005	56	25,2
2	Г-4	0,01	43	14,7
	Г-5	0,01	64	22,8
	Г-6	0,01	140	26,2
3	Г-4	0,03	100	16,3
	Г-5	0,03	148	24,4
	Г-6	0,03	201	28,5
4	Г-4	0,05	162	18,1
	Г-5	0,05	236	25,2
	Г-6	0,05	329	30,6
5	Г-4	0,06	196	19,5
	Г-5	0,06	275	25,6
	Г-6	0,06	393	33
6	Г-4	0,1	317	18,6
	Г-5	0,1	446	25,8
	Г-6	0,1	636	32,6
Контрольный	Г-4	–	10,5	13,8
	Г-5	–	19,3	19,6
	Г-6	–	26	23

сталлизации, что в итоге позволяет сохранить более плотную упаковку кристаллов и, как следствие, более высокую механическую прочность.

Для проведения запланированных исследований были выбраны три различные марки гипсовых вяжущих по ГОСТу 125-79 Г-4, Г-5, Г-6 со сроками окончания твердения 10, 20 и 26 мин соответственно.

В качестве добавки применялись водорастворимые комплексонаты щелочных металлов. Количество добавки варьировалось от 0,005 до 0,1% от массы гипса [6].

Приготовление гипсового теста производилось в соответствии с ГОСТом – путем смешивания гипсового вяжущего с раствором затворения в соотношении 100:60 по массе. Время схватывания определяли на приборе Вика (тип ОГЦ-1).

Растворы затворения готовили таким образом, чтобы в них содержался комплексон последовательно 0,005; 0,01; 0,03; 0,05; 0,06; и 0,1% от массы гипса.

Исходным являлся 0,56 М раствор ИДЯК, содержащий 103,6 г комплексона в 1000 мл раствора.

Для проведения опытов готовился 1,12·10⁻² М раствор соли ИДЯК (содержащий 2,072 г комплексона в 1000 мл раствора) путем разбавления в 1000 мл колбе 20 мл исходного раствора. Составы рабочих растворов затворения объемом 120 мл для каждого опыта готовились согласно табл. 1.

После смешивания 200 г гипса с 120 мл раствора затворения включали секундомер для определения времени схватывания гипсового теста.

Для контрольных образцов смешивали 120 мл воды с 200 г гипса без добавления комплексона.

Об эффективности добавки даже микроколичеств ИДЯК свидетельствуют данные исследования, которые сведены в табл. 2. Из таблицы следует, что при добавлении уже 0,06 мас. % ИДЯК сроки схватывания увеличиваются более чем в 15 раз. Так, для гипса марки Г-6 время окончания схватывания увеличивается с 26 мин до 7 ч, то есть практически достигает продолжительности рабочей смены на производстве. Это позволяет высокопроизводительному оборудованию по производству гипсовых изделий работать всю смену на одном замесе.

Результаты испытания гипсовых образцов – балочек 40×40×160 мм – также представлены в таблице. Они свидетельствуют о том, что добавка

комплексона позволяет сдерживать процесс перекристаллизации гипсовой массы и этим сохранить физико-механические характеристики на более высоком уровне, чем в контрольных образцах.

В пределах исследованных концентраций замедляющей добавки для гипсовых вяжущих установлена линейная зависимость времени схватывания от количества введенного комплексона (см. рис.).

Это позволяет по калибровочному графику корректировать технологическое время переработки гипсового теста в сторону удлинения (если время пребывания теста в литейной машине достаточно большое) или в сторону сокращения (если производственные площади не позволяют длительного выдерживания отлитых изделий до схватывания гипсового теста).

Список литературы

1. *Le-Chatelier H.* // Trans Faraday Soc. 1919. V.14. №8. P. 43.
2. *Панютин А.Г.* Применение гипса в строительстве. М.: Госстройиздат. 1959. 234 с.
3. *Мак И.Л., Ратинов В.Б., Силе-нок С.Г.* Производство гипса и гипсовых изделий. М.: Госстройиздат. 1961. 259 с.
4. *Измайлова В.Н., Сегалова Е.Е., Ребиндер П.А.* // Доклады Академии наук СССР. 1956. Т. 180. № 3. С. 425.
5. А.С. 629808 СССР. Иминодигидратная кислота в качестве комплексона / Никольский В.М. Оpubл. 25.10.78. Бюл. № 39.
6. А.С. 1375604 СССР. Вяжущее / Горелов И.П., Никольский В.М., Мухометзянов А.Г. Оpubл. 23.02.88. Бюл. № 7.

УДК 691.17

О.В. ИЛЬИНА, ведущий инженер БИП СО РАН,
В.В. ХАХИНОВ, канд. хим. наук, БГУ (Улан-Удэ)

Термические свойства полимерных материалов на основе полибензимидазолов

В связи с увеличением темпов строительства широкое применение нашли полимерные и композиционные материалы в виде клеев, адгезивов, различного рода покрытий, интенсионных составов, мастик, полимерных растворов, отделочных стеклопластиков. Перспективность таких материалов очевидна, поскольку только с помощью полимеров можно получать вещества практически с любыми заданными свойствами.

Особый интерес представляют полимеры на основе полибензимидазолов (ПБИ), макромолекула которых наряду с термически устойчивыми бензимидазольными циклами содержит и амидные группы, обладающие высокой адгезией к различным типам поверхностей. Достоинством таких полимеров является относительная простота синтеза и доступность исходных соединений, легкость переработки в изделия существующими промышленными методами. Указанные полимеры обладают повышенной стойкостью к действию агрессивных сред, влаги, износостойкостью, термостойкостью и другими ценными свойствами, что позволяет прогнозировать в ближайшее время более широкое их применение в современных технологиях производства строительных изделий. Расширение ассортимента во многом зависит от проведения систематических исследований и изучения влияния химического строения полимеров на их термическую стабильность и физико-химические свойства, что может дать объективную оценку дальнейшего практического использования материалов и изделий из ПБИ.

Исследованные ПБИ на основе дифениловых эфиров ароматических и алифатических дикарбоновых кислот и ϵ -капролактама аморфны, имеют повышенные температуры размягчения и высокую термостойкость, которая зависит от структуры химических звеньев полимеров. Температура размягчения по данным термомеханического анализа лежит в пределах от 250 до 400°C. Разложение полимеров на воздухе по данным термического анализа начинается при температуре 450–600°C.

На основе ПБИ при 200–250°C и удельном давлении 10–30 МПа были получены пресс-изделия и изучен ряд физико-механических свойств. Материалы имеют высокую твердость, сравнимую с показателями алюминиевых сплавов (250–600 МПа), и соответственно сравнительно низкую ударную вязкость. Разрушающее напряжение при изгибе полученных пресс-изделий сравнимо с показателями алифатических полиамидов, например полиамида П66 (ОСТ 6-06-369–74) $\sigma_{\text{и}} = 80$ МПа. Указанные полимеры не подвергаются гидролизу, не растворяются в органических растворителях и не вступают в реакции с кислотами и щелочами, кислородоустойчивы, устойчивы к ультрафиолетовому облучению.

Исследуемые полимеры, в структуре которых имеются конденсированные ароматические и гетероциклические кольца, быстро коксуются, что обеспечивает им пониженную горючесть, причем огнестойкость полимеров повышается с увеличением термостойкости. Эксплуатация полимеров в экстремальных условиях предопределяет тест на огнестойкость. Значения кислородного индекса ПБИ достигают 40–46%, что значительно превышает общепринятый показатель 26%. Это свидетельствует о том, что эти соединения относятся к числу трудногорюемых. Разложение полимеров при температурах выше 450°C начинается с выделения водорода. При этом происходит структурирование полимерных цепочек, ухудшаются механические характеристики полимера. Дальнейшее нагревание ведет к разрушению полимера и выделению газообразных продуктов. Анализ состава и количества газообразных продуктов термодеструкции показал наличие в них водорода, двуокиси углерода и небольших количеств метана, этилена, аммиака и других соединений.

Таким образом, исследования показали, что полибензимидазолы являются перспективными огне- и термостойкими полимерными материалами, которые можно использовать в различных областях промышленности, включая теплоизолирующие промышленного оборудования при температуре изолируемой поверхности выше 200°C.

В.И. ВИНИЧЕНКО, канд. техн. наук, А.Г. РОМАНОВСКИЙ, д-р пед. наук, канд. техн. наук, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, Национальный технический университет «ХПИ»

Тепловой эффект образования гипсосодержащего клинкера

Важнейшими задачами современного научно-технического прогресса являются повышение качества цемента, удешевление технологического процесса его производства и уменьшение экологического ущерба. Поэтому весьма актуальны теоретические оценки возможности получения малоэнергоемкого клинкера [1], технология производства и качественные характеристики которого отвечают решению вышеуказанных задач. Однако в недостаточной степени до сих пор освещены теоретические вопросы, связанные с энтальпией реакций и теоретическим тепловым эффектом клинкерообразования.

Процесс клинкерообразования представляет собой распад первичных компонентов сырьевой смеси и образование новых клинкерных соединений. В случае использования гипсосодержащих исходных материалов распаду подвергаются карбонаты кальция и магния с выделением диоксида углерода, каолинит и двухводный гипс с выделением паров воды. Указанные реакции протекают с поглощением тепла. Химические реакции клинкерообразования протекают в основном с выделением тепла. Процесс образования клинкера складывается из совокупности физико-химических явлений, промежуточных реакций, протекающих в определенной последовательности и накладывающихся друг на друга.

Расчет теплового эффекта клинкерообразования основан на законе Гесса. В литературе известно несколько методик расчета теплового эффекта клинкерообразования. Впервые обстоятельно к этому вопросу подошел Е.И. Ходоров [2]. По его теории процесс клинкерообразования – это гипотетический круговой цикл получения клинкера, воды и углекислого газа при 0°C, нагревание их до температуры образования клинкерных минералов и затем охлаждение до 0°C. Поскольку расходы тепла на нагревание и охлаждение веществ равны и противоположны по знаку, то тепловой эффект клинкерообразования равен сумме всех частных эффектов реакций при 0°C.

Х.С. Воробьевым и Д.А. Мазуровым [3] предложены две методики расчета теплового эффекта клинкерообразования. Первая является развернутой методикой и складывается из двух частей – расходной и приходной. Вторая методика предполагает, что тепло при образовании клинкера расходуется только на процессы

разложения и плавления компонентов, а затраты тепла на нагревание материала компенсируются соответствующим количеством тепла, возвращаемого в результате его рекуперации. Она интересна тем, что упрощенно расход тепла по ней можно рассчитать, зная только химический состав сырьевой смеси. Примечательно то, что Е.И. Ходоров энтальпию всех реакций принимает при 0°C, а Х.С. Воробьев и Д.Л. Мазуров – при температурах прохождения реакций.

Если в упомянутых выше теориях при расчете теплового эффекта образования портландцементного клинкера учитывались только основные фазы клинкера, то О.П. Мчедлов-Петросян и В.И. Шеин [4] представили методику, в которой учтены термодинамические характеристики всех участников реакции. Такой подход позволил более точно определить тепловой эффект клинкерообразования, чем это делалось ранее.

В.К. Классен, В.В. Мишулин и П.Е. Сергеев [5] предлагают теплоту клинкерообразования определять экспериментально по термографическим кривым. Безусловно, предлагаемый метод наиболее точен, что само по себе не уменьшает значимости теоретических оценок. Для определения теплового эффекта образования гипсосодержащего клинкера необходимо сначала найти температурную зависимость энтальпий реакций, из которых состоит тепловой эффект клинкерообразования.

Впервые исходные термодинамические данные для соединений, входящих в состав гипсосодержащих клинкеров найдены Т.В. Кузнецовой. Посчитана энергия Гиббса и теплоемкость многих реакций, происходящих при синтезе таких клинкеров. Но вопросы, касающиеся теоретического теплового эффекта клинкерообразования, ранее не рассматривались.

Термодинамические характеристики, полученные Т.В. Кузнецовой [6] для сульфатоалюмината кальция $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{CaSO}_4 (\text{C}_3\text{A}_3\text{CS})$, следующие: энтальпия образования $\Delta H_{298}^\circ = 8399$ кДж/моль; энергия Гиббса $\Delta G_{298}^\circ = 7956,5$ кДж/моль; зависимость теплоемкости от температуры $C_p = 536,4 + 200,7 \cdot 10^{-3} T - 108,3 \cdot 10^{-5} T^2$.

При определении теплового эффекта клинкерообразования принимается, что оксид кальция CaO находится в сырьевой смеси в составе карбоната кальция и сульфата кальция, оксид магния MgO – в составе MgCO_3 , оксид алюминия Al_2O_3 – в составе каолинита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, оксид железа – в составе Fe_2O_3 , оксид кремния SiO_2 – в составе каолинита и в несвязанном виде. Тогда удельный расход составит:

- карбоната кальция $G_{\text{CaCO}_3} = \text{CaO}/56$ кг/кг клинкера;
- карбоната магния $G_{\text{MgCO}_3} = \text{MgO}/48$ кг/кг клинкера;
- каолинита $G_{\text{AS}_2\text{H}_2} = \text{Al}_2\text{O}_3/39,3$ кг/кг клинкера;
- оксида железа $G_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \text{Fe}_2\text{O}_3/100$ кг/кг клинкера;
- сульфата кальция $G_{\text{CaSO}_4} = \text{SO}_3/58,8$ кг/кг клинкера.

Здесь CaO , MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SO_3 – содержание соответствующих оксидов в клинкере, %.

Исходя из положения Т.В. Кузнецовой составлена таблица, по которой по конечному (заданному или известному) минералогическому составу клинкера и известному минералогическому составу сырьевой смеси можно определить значение теплового эффекта клин-

Исходные вещества	Конечные продукты	Энтальпия реакции, кДж/моль
CaCO_3	$\text{CaO} + \text{CO}_2$	1775,6
MgCO_3	$\text{MgO} + \text{CO}_2$	899,56
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	610,47
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	525,61
$\text{SiO}_2 + 2\text{CaO}$	C_2S	-715,464
$4\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	-108,784
$\text{CaSO}_4 + 3\text{CaO} + 3\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}_3\text{CS}$	-30,612
$12\text{CaO} + 7\text{Al}_2\text{O}_3$	C_{12}A_7	-36,44

корообразования. Исходные термодинамические данные для определения энтальпий реакций взяты из [7, 8].

Теоретический тепловой эффект клинкерообразования представляет собой затраты тепла на диссоциацию CaCO_3 , MgCO_3 , дегидратацию $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ за вычетом тепла, выделяемого при образовании минералов. Таким образом,

$$q = G_{\text{CaCO}_3} \cdot C \cdot 1776,6 + G_{\text{MgCO}_3} \cdot C \cdot 899,56 + G_{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \cdot C + G_{\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \cdot C \cdot 525,61 - 0,01(C_2\text{S} \cdot 715,464 + C_4\text{AF} \cdot 108,784 + C_3\text{A}_3\text{CS} \cdot 30,612 + C_{12}\text{A}_7 \cdot 36,44) - nQ,$$

где n – удельный расход топливосодержащей добавки на килограмм клинкера, Q – теплотворная способность топливосодержащей добавки.

Предполагается, что тепло, уносимое с выделившимися газами CO_2 и H_2O и не полностью охлажденным клинкером, учитывается при расчете теплового баланса конкретного обжигового агрегата применительно к условиям технологии (способ производства, температура отходящих газов и т. д.).

Подставив в полученную формулу величину расхода материалов и состав клинкера: $\text{C}_3\text{A}_3\text{CS} - 31,2\%$, $\text{C}_2\text{S} - 65\%$, $\text{C}_4\text{AF} - 3,1\%$, $\text{C}_{12}\text{A}_7 - 0,25\%$, получим $q = 1454,17$ кДж/кг клинкера.

Как известно [2, 3], эта величина для портландцементного клинкера составляет 1650–1850 кДж/кг. Полученное снижение теплового эффекта обусловлено тем, что гипсосодержащий клинкер получают из смеси, включающей меньшее количество карбоната кальция, реакция разложения которого является эндотермической и энтальпия которой имеет значительную величину. Цементы из такого клинкера имеют большое будущее [6], поэтому расчет теоретического расхода тепла на реакции клинкерообразования является актуальным.

Сжигание как меньшего, так и большего количества топлива в печи по отношению к необходимому является нежелательным, так как ухудшает качество продукта и увеличивает себестоимость цемента.

Список литературы

1. Шубин В.И., Юдович Б.Э. Использование природного и химических гипсов в производстве гипсосодержащих цементов // Цемент и его применение. 2002. № 3. С. 14–16.
2. Ходоров Е.И. Печи цементной промышленности. Л.: Промстройиздат. 1968.
3. Воробьев Х.С., Мазуров Д.Я. Теплотехнический расчет цементных печей и аппаратов. М.: Высшая школа. 1962.
4. Мчедлов-Петросян О.П., Шеин В.И. Энергетика реакции образования портландцементного клинкера // Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций. Белгород. БГТАСМ. 1995. С. 67–69.
5. Сергеев П.Е., Мишулин В.В., Классен В.К. Экспериментальное определение теплоты клинкерообразования в технологии цемента // Материалы международного конгресса «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». Белгород: БГТУ. № 5, ч. II. 2003. С. 240–242.
6. Кузнецова Т.В. Алюминатные и сульфоалюминатные цементы. М.: Стройиздат. 1986. С. 7.
7. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат. 1986. 337 с.
8. Рябин В.А., Остроумов М.А., Свит Т.Ф. Термодинамические свойства веществ. Справочник. Л.: Химия. 1977. С. 35–67.

ВНИМАНИЕ!!!

БУДПРАГРЭС '2004

12-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

7-10 сентября

ПО НОВОМУ АДРЕСУ:
Беларусь, Минск,
футбольный манеж,
пр-т Машерова 22






Генеральный информационный партнёр

Строительство и недвижимость

radio

Информационная поддержка:

СТРОЙМАТЕРИАЛЫ

Сройм

СТРОИТЕЛЬНАЯ

МАСТЕРСКАЯ

ИНЖЕНЕРНО-ПРОЕКТИРОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

СТРОЙ БИЗНЕС

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Организатор:

МИНСКЭКСПО

закрытое акционерное общество

Тел.: /+375-17/ 226 98 90

Факс: /+375-17/ 226 91 92

Http: www.minskexpo.com.by

E-mail: budpragres@minskexpo.com.by

25–28 мая в Омске в девятый раз с успехом прошла Сибирская строительная неделя, которую проводит Международный выставочный центр «Интерсиб» при поддержке Федерального агентства по строительству и ЖКХ России, правительства Омской области и администрации Омска, межрегиональной ассоциации «Сибирское соглашение», Ассоциации сибирских и дальневосточных городов, ассоциации «Мебельщики России», Омского отделения Российского союза строителей.

В объединенной экспозиции выставок «Стройпрогресс», «ЖКХ – стандарты будущего», «Древстройэкспо», «Дороги. Мосты» были представлены 250 предприятий и фирм из пяти федеральных округов России, Казахстана, Украины, Белоруссии, Польши. За четыре дня работы с экспозицией выставки познакомились более 5 тыс. посетителей не только из Омска и области, но и из Москвы, Оренбурга, Кемерово, Владивостока, городов тюменского Севера и др. Насыщенная деловая программа включала 14 мероприятий, в работе которых приняли участие около 400 человек.

Основополагающей выставкой Сибирской строительной недели была выставка «Строй прогресс», стартовавшая в 1996 г. и уже через пять лет в 2001 г. получившая официальное признание Международного союза выставок и ярмарок. За прошедшие годы участниками выставок Сибирской строительной недели стали 1350 фирм, предприятий, организаций и компаний, их посетили 39 тыс. человек.

Традиционно строительные выставки объективно отражают состояние строительного комплекса в регионе. Неудивительно, что Сибирская строительная неделя является одним из ведущих выставочных проектов МВЦ «Интерсиб», ведь строительный комплекс вносит весомый вклад в экономический потенциал Омской области.

На рынке строительных услуг осуществляют деятельность 1637 организаций с общей численностью занятых 43,3 тыс. человек.

Объем производства строительных материалов за 2003 г. увеличился по сравнению с 2002 г. на 7,1% (по России – на 6,4%). Организационными Омской области выпущено стеновых материалов 132,9 млн шт. усл. кирпича, сборных железобетонных конструкций и изделий – 403,8 тыс. м³, мягких кровельных материалов – 20,2 млн м², минеральной ваты и изделий из нее – 75,2 тыс. м³, пористых заполнителей – 99,8 тыс. м³, асфальтобетонных смесей – 462,7 тыс. т.

В первом квартале 2004 г. в отрасли сохранилась тенденция роста промышленного производства.

В 2003 г. инвестиции в строительную отрасль составили более 700 млн р. Введены в эксплуатацию новые технологические линии по выпуску мелкоштучных изделий из ячеистого бетона, полистиролбетонных блоков, фасадной плитки, высококачественных облицовочных материалов и элементов благоустройства. В начале 2004 г. введен в эксплуатацию завод металлоконструкций производительностью 20 тыс. т в год.

Ввод жилья в 2003 г. составил 313 тыс. м². В 2004 г. планируется ввести уже не менее 500 тыс. м², а в 2010 г. – выйти на 1 млн м² жилья в год. Всего до 2010 г. предстоит построить 3,5 млн м² жилья.

В связи с этим на тождественном открытии Сибирской строительной недели главный архитектор Омска А.М. Каримов подчеркнул ее особое значение в свете поставленных задач.

В экспозиции был представлен широкий спектр строительных материалов и конструкций отечественного производства. Большой выбор строительных металлоконструкций, огнестойких стеновых и кровельных сэндвич-панелей для строительства производственных зданий, складов, торговых комплексов предлагали Белгородский завод нестандартного оборудования и металлоконструкций, завод ограждающих конструкций из г. Шадринска Курганской обл., «Группа Кузнецкие металлоконструкции» из г. Новокузнецка Кемеровской обл., «Омский профиль» и др.

Первоуральский завод комплектных металлических конструкций (Свердловская обл.), созданный в 1982 г. и оснащенный импортным оборудованием, производит не только традиционный ассортимент металлоконструкций, но и мобильные быстровозводимые здания из складывающихся секций пролетом до 24 м.

Металлические фасадные и кровельные материалы демонстрировали известные российские производители ПКФ «АЛГА» и «ИНСИ» из Челябинска, ПК «Металл Профиль Урал» (Екатеринбург). А холдинговая компания «Евросталь Технология» из Украины производит не только готовую продукцию из тонкой листо-



вой стали, но и металлообрабатывающее оборудование: линии для изготовления профилированного настила, металлочерепицы, панелей «сэндвич», водосточных систем, профилей для армирования изделий из ПВХ, профилей для монтажа ГКЛ и др.

В последнее время наблюдается ренессанс производства силикатного кирпича. Традиционный недорогой и распространенный материал с новыми качественными и потребительскими характеристиками уверенно возвращается на строительный рынок. Ведущим производителем силикатных строительных материалов в Тюменской обл., на Урале и в Сибири является ООО «Инвест-Силикат-Стройсервис» (п. Винзили Тюменской обл.). В экспозиции предприятия были представлены кирпич силикатный одинарный и утолщенный, лицевой и рядовой, объемно окрашенный и фигурный, а также строительная известь и сухие строительные смеси.

Фасадные материалы и системы в последние годы особенно востребованы рынком. К их производству приступает все больше предприятий. Например, Искитимский шиферный завод (Новосибирская обл.) наряду с традиционной продукцией представил декоративно-фасадные панели «Декопан-колор» окрашенные и «Декопан-крам» с покрытием из натуральной каменной крошки. Специалисты народного предприятия «Сухоложскасбоцемент» (Свердловская обл.) пошли дальше своих коллег. На предприятии разработаны система вентилируемого фасада «Урал-1» с использованием волнистых асбестоцементных листов, бесчердачная вентилируемая утепленная кровля «Урал-2» с использованием волнистых асбестоцементных листов, а также вентилируемая утепленная кровля «Урал-3» с плоскими асбестоцементными листами.

Теплоизоляционные материалы на основе стекловолокна представляли крупнейшие производители и операторы рынка «УРСА Евразия» и «Сан-Гобэн Изовер». Омское предприятие «Полимерстрой» предлагало широкий ассортимент продукции из пенополистирола собственного производства. Польская фирма «Styropex sp. zo.o.» демонстрировала оборудование для производства пенополистирола.

Самый западный российский участник Сибирской строительной недели — компания «Инэковир» из Калининграда занимается разработкой и внедрением отечественных технологий по ремонту кровель и переработкой битумосодержащих материалов. Омский производитель мягкой кровли ОАО «Омсккровля» не только продолжает производство востребованных рынком самых дешевых материалов (рубероид, пергамин, изолят), но и активно расширяет ассортимент за счет современных наплавляемых материалов, в том числе собственных торговых марок «БикрОм»®, «Атаклон»®, «Атаклонмст»® и др.

Лакокрасочные материалы предлагали российские и белорусские производители, сухие строительные смеси были представлены как известными брендами (Крепс,

Юнис), так и местными торговыми марками («М и К» омской фирмы «Техстрой», «Геркулес» новосибирского предприятия «Геркулес-Сибирь»).

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия — постоянный участник многих выставок МВЦ «Интерсиб». На этот раз кафедра «Строительство и эксплуатация дорог» представила передвижную дорожную лабораторию и измерительные комплексы для оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорожных одежд и покрытий с набором компьютерных программ.

В рамках деловой программы выставки состоялось заседание архитектурно-градостроительного совета, на котором была рассмотрена разработанная министерством строительства и ЖКХ концепция развития промышленности строительных материалов Омской области на 2004–2010 гг.

В работе семинара «Энергосбережение в регионе — проблемы и перспективы» приняли участие почти 200 человек. Это в основном руководящие работники крупных предприятий и организаций из Омска, Казахстана, Москвы, тюменского Севера, Новосибирска, Барнаула, Новокузнецка, Владивостока и других городов.

В ходе работы Университета руководящих кадров строительного комплекса Омской области, организованного Омским отделением регионального Союза строителей, были рассмотрены проблемы реновации, реконструкции и ремонта исторических зданий жилых районов застройки первых поколений.

В последний день работы выставки состоялось подписание тройственного соглашения о сотрудничестве и взаимодействии между Министерством строительства и жилищно-коммунального комплекса Омской области, Омской региональной маркетинговой ассоциацией (ОРМА) и Омским отделением регионального Союза строителей, которое было разработано в целях реализации стратегии маркетинга, утвержденной правительством Омской области в марте 2004 г. Тесное взаимодействие участников соглашения должно содействовать экономическому развитию региона, более эффективному использованию научного, производственного, сырьевого и природного потенциала.

По результатам работы выставки тринадцать участников были награждены золотыми медалями, тридцать предприятий были отмечены дипломами.

Впервые в рамках Сибирской строительной недели МВЦ «Интерсиб» проводил розыгрыш бесплатных стендов разной площади на следующую строительную выставку. Обладателями счастливых заявок стали Первоуральский завод комбинированных металлических конструкций, электротехнический завод «ВЭЛНИС» из Новосибирска и Искитимский шиферный завод. Повезло коллегам! Ведь выставка, намеченная на 23–27 мая 2005 г., будет десятой, юбилейной и, конечно, еще более насыщенной и интересной.

А.Б. Юмашев



Дни современного бетона

Под таким названием 7–9 июня 2004 г. в г. Запорожье (Украина) на живописном острове Хортица состоялась VI международная научно-практическая конференция. Организатором конференции является фирма «Будиндустрия ЛТД» (Запорожье). Каждый раз здесь обсуждаются новые направления развития бетоноведения, интерес к конференции растет. Более 160 участников из различных научных центров, крупных предприятий по производству цемента, строительных фирм и корпораций – производителей химических добавок в бетон из Украины, России и Польши съехались для обсуждения наиболее актуальных проблем.

Технология бетона, история которой насчитывает более 5,5 тыс. лет, на рубеже XX и XXI вв. претерпевает значительные преобразования. Широко развитие и востребованность получили методы компьютерного материаловедения, мониторинга качества бетона, долговечности конструкций и сооружений из него.

Как отметила в докладе д-р техн. наук **В.Ф. Степанова** (Москва, Россия), вопросы долговечности сегодня – это краеугольный камень строительства и надежной эксплуатации зданий и сооружений. Необходимо создание системы проектирования зданий и сооружений по долговечности, исходящей из условий эксплуатации и с учетом требуемой долговечности. Докладчиком была предложена такая схема проектирования. Соблюдение принципов, положенных в основу схемы, позволило бы избежать преждевременного выхода из строя конструкций, тем самым увеличив межремонтный период, а в некоторых случаях обеспечить безремонтную эксплуатацию конструкций на весь расчетный срок службы здания или сооружения. Особенно остро проблемы обеспечения долговечности проявляются при эксплуатации инженерных сооружений. В подавляющем большинстве случаев основные причины их повреждения – коррозионные процессы. Подводя итог, **В.Ф. Степанова** отметила, что мероприятия, необходимые для поднятия качества изделий и повышения долговечности конструкций, не требуют больших материальных затрат, но позволяют существенно уменьшить затраты в строительной отрасли.

Вопросам системности и рациональности применения химических добавок в бетон, обеспечения качества и надежности зданий и сооружений, напрямую связанным с разработкой национальных стандартов, их гармонизацией с существующими европейскими нормами, был посвящен доклад д-ра техн. наук **Р.Ф. Руновой** (Киев, Украина). Разнообразие химических добавок, дальнейшее развитие науки и производства в этом направлении делают проблему стандартизации особенно актуальной. Существующие в настоящее время государственные стандарты и техниче-

ские условия требуют дальнейшей доработки и развития с учетом требований технологичности, долговечности, прочности и экологии.

Продолжил тему анализа нормативной базы по добавкам в бетоны д-р техн. наук **Л.А. Шейнич** (Киев, Украина), который также отметил, что действующая нормативная база нуждается в усовершенствовании и доработке.

Завершил пленарное заседание доклад канд. техн. наук **Н.Ф. Башлыкова** (Москва, Россия) о химических аспектах влияния тиосульфата и роданида натрия на цементные системы и возможности использования их в качестве ускоряющих противоморозных добавок для бетонных смесей.

Следующие заседания были тематическими. Первое было посвящено товарным бетонам для монолитного строительства, добавкам в бетон.

Расширение монолитного строительства привело к возникновению ряда технологических задач, решение которых, по мнению д-ра техн. наук **М.А. Саницкого** (Львов, Украина), невозможно без использования модификаторов – ускорителей твердения, пластификаторов, стабилизаторов и др. В развитых странах порядка 80% бетонных работ выполняется с использованием таких добавок. Использование комплексных модификаторов – химических добавок полифункциональ-

ного действия обеспечивает твердение бетонов при пониженных и отрицательных температурах и позволяет получить продукцию с улучшенными строительно-техническими свойствами – прочностью, долговечностью.

Ряд докладов был посвящен теме разработки и применения компьютерных программ подбора составов бетона. В докладе **В.Н. Белова** (Запорожье, Украина) была показана работа такой программы, основанной на принципах нейронных сетей и способной обучаться в процессе работы.

Своим опытом применения компьютерных программ подбора составов в строительстве различных мостов в Польше поделился **Б. Карчевский** (Гданьск, Польша). В докладе было показано, как осуществляется подбор состава бетона программой, производится корректировка его состава исходя из особенностей местного применяемого сырья, granulометрии компонентов в зависимости от количества арматуры.

Сравнительный анализ эффективности суперпластификаторов бетона разных производителей и их влияние на прочность был приведен в докладе д-ра техн. наук **В.В. Чистякова** (Киев, Украина).

Следующее тематическое заседание было посвящено теме долговечности, ремонта и защиты бетона. Инте-



Р.Ф. Рунова, д-р техн. наук, Киевский национальный университет строительства и архитектуры (Украина)



С.В. Федосов, д-р техн. наук, ректор Ивановской государственной архитектурно-строительной академии (Россия)



Показательный замес бетона с пластификатором системы «Релаксол» и без него. Введение добавки «Релаксол-СУПЕР» обеспечило хорошие реологические свойства бетонной смеси

ресную разработку для мониторинга технического состояния объекта представил в докладе **В.С. Шокарев** (Запорожье, Украина), которая состоит из локальных систем на основе измерительных преобразователей с периодическими временными регламентами, неавтоматизированным режимом сбора информации и хранения ее на ЭВМ, универсального индуктивного датчика, позволяющего контролировать направления и углы наклона строительных объектов и их элементов, программного обеспечения, позволяющего визуализировать перемещения контролируемых строительных объектов, оценивать относительные осадки фундаментов здания.

Учет термовлажностного состояния грунта и нестационарности процессов замерзания-оттаивания является определяющим при проектировании дорожных полотен и плотин. В докладе д-ра техн. наук **С.В. Федосова** (Иваново, Россия) были изложены постановка и решение задачи тепломассопереноса при промерзании и оттаивании грунтов и приведены примеры — возведение плотин в условиях вечномерзлых



В казачьих играх принимали участие и зрители — гости конференции. На снимке Б. Карчевский

грунтов (Иреляхская и Вилюйская плотины).

Контроль качества невозможен без хорошо оснащенных испытательных лабораторий. О деятельности российской фирмы «ВНИР», имеющей 13-летний опыт работы в области материально-технического оснащения и метрологического сопровождения строительных и испытательных лабораторий, о новых разработанных фирмой приборах рассказал в докладе канд. военных наук **В.Г. Тимошук** (Москва, Россия).

Тематическую часть конференции открыл обзорный доклад канд. техн. наук **В.А. Мартыненко** (Днепропетровск, Украина) о перспективах развития производства ячеисто-бетонных изделий в Украине. Докладчиком был проведен сопоставительный анализ технологий и оборудования.

О разработанной в Казахской головной архитектурно-строительной академии технологии получения кератинового пенообразователя, его свойствах рассказал в докладе д-р техн. наук **К.С. Шинтемиров** (Алматы, Казахстан).

Заключительная тематическая часть подвела своеобразный итог предыдущим выступлениям. Опыт работы по сертификации строительной продукции поделился директор «Укрграждансепробуд» **С.Б. Маркитаненко** (Киев, Украина). Указом Президента Украины в 2000 г. принята Программа интеграции Украины в Европейский союз, что означает необходимость гармонизации действующих законов, стандартов, регламентов и положений в области строительных работ. Учитывая состояние строительной отрасли и специфику Украины, создание такой гармонизированной системы может занять 10–15 лет. Простой перевод действующих европейских норм без учета состояния строительной отрасли, оснащенности испытательных лабораторий и квалификации кадров, геогра-



Директору ООО «Будиндустрия ЛТД» канд. техн. наук Н.П. Синайко (с права) сертификат ISO 9001 вручает аудитор регионального управления Российского морского судоходства Е.С. Власюк

фических, климатических и национальных особенностей может привести к осложнению или невозможности производства продукции.

При быстрых темпах развития технологии строительства, создании новых материалов, усложнении производств для обеспечения безопасности жизни и здоровья наличие подготовленных инженеров и технологов в каждой строительной фирме или компании жизненно необходимо. О создании центра повышения квалификации и системе аттестации инженерных кадров для строительной индустрии рассказал **А.И. Сидоренко** (Днепропетровск, Украина), зам. директора Органа по сертификации продукции строительного назначения Днепропетровского регионального центра по лицензированию, аттестации и сертификации в строительстве.

Оживленное обсуждение проблем и дискуссии, которые велись во время заседаний и в перерывах, отражают значимость и актуальность заслушанных на конференции докладов. Открытая и непринужденная атмосфера общения, удовлетворение результатами работы дают, по мнению участников, положительный импульс развитию науки о бетоне, практике его применения, сертификации и гармонизации стандартов.

Помимо серьезной научной программы организаторы конференции позаботились о ее познавательной части. Были организованы экскурсии по острову Хортица — колыбели запорожского казачества, городу Запорожье, на ДнепроГЭС, построенную более 70 лет назад и сегодня являющуюся источником энергии и транспортной артерией. Посещение казачьего подворья и представления запорожских казаков завершили знакомство с историей и культурой края.

И.В. Козлова, научный редактор, канд. физ.-мат. наук

Семинар «Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения»



26–28 мая 2004 г. в Минске состоялся 3-й международный научно-практический семинар «Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения». Организаторами семинара были белорусские институты НИИСМ и БелНИИС с участием ЗАО «Могилевский КСМ» и ОАО «Забудова» при информационной поддержке журнала «Строительные материалы» (Россия), НПО «Стринко» и бюллетеня «Белорусский строительный рынок».

На семинаре присутствовали ученые и производители из Белоруссии, Латвии, Молдовы, России, Украины, Эстонии, Германии — всего более 180 человек.

Открыл семинар министр архитектуры и строительства Республики Беларусь **Г.Ф. Курочкин**.

Программа научно-практического форума во многом была продиктована пожеланиями его участников, выявленными еще в процессе подготовки. Для обсуждения были предложены ключевые проблемы, касающиеся новых аспектов технологии производства и применения ячеистого бетона в строительстве, ознакомление с передовым опытом Беларуси в достижении высоких качественных свойств стройматериала, в наращивании производственных мощностей путем реконструкции и модернизации заводов. По этой причине, помимо теоретической части, в программу было включено посещение ОАО «Забудова», которое провело модернизацию производства, внедрило зарубежную литьевую технологию производства ячеистого бетона и реально планирует к концу года увеличить свои мощности в полтора раза, и ЗАО «Могилевский комбинат строительных изделий», интегрировавшего в свой технологический комплекс формовочно-резательное оборудование Masa-Henke, что позволило повысить точность размеров блоков до 1–1,5 мм.

Разговор шел на равных, невзирая на ранги и звания, в дискуссии одинаково заинтересованно вступали как исследователи, так и руководители предприятий, технологи. По образной характеристике **В.А. Мартыненко**, канд. техн. наук, доцента Приднепровской академии строительства и архитектуры, эти всплески живого участия объяснялись тем, что собрались настоящие энтузиасты. «Тем более в Беларуси, — продолжал украинский ученый, — которая признала ячеистый бетон стратегическим материалом для ускорения ограждающих конструкций

и стала сегодня своеобразным учебным полигоном для производителей этого материала России, Украины и других постсоветских стран».

В докладе канд. техн. наук технического директора по НИР ОАО «Забудова» **Н.П. Сажнева** было проведено сравнение двух основных технологий получения ячеистого бетона автоклавного твердения — литьевой и ударной по требованиям к исходным продуктам, технологичности процесса, качеству получаемой ячеистой структуры, физико-механическим свойствам, эксплуатационной стойкости и долговечности получаемых изделий. На основании приведенного обширного экспериментального материала автором сделан вывод, что ударная технология по сравнению с литьевой позволяет уменьшить расход сырья, время выдержки на посту «вызревания» и сократить энергозатраты на помол исходного сырья.

Ряд докладов был о научных и проектных разработках белорусских ученых и проектировщиков. Например, проблеме получения дешевого алюминиевого газообразователя для производства ячеистобетонных изделий низкой плотности и исследованию свойств теплоизоляционного ячеистого бетона D150–D250 был посвящен доклад зав. сектором НИИСМ **Н.П. Богдановой**. Опытном проектировании предприятий промышленности строительных материалов, в том числе и заводов по выпуску изделий из ячеистого бетона, поделился директор УП «Вельд» **А.М. Царик**. Об особенностях проектирования наружных стен каркасных зданий, выполненных из ячеистого бетона автоклавного твердения, рассказал зав. отделом ограждающих конструкций Белорусского НИИС **С.Л. Галкин**.

О разработанных и поставляемых технологических линиях для заводов ячеистого бетона автоклавного твердения рассказал канд. техн. наук генеральный директор ЗАО «Силбе-

тиндустрия» **А.И. Селезский**. Качество линий позволяет производить изделия с отклонением геометрических размеров 1–1,5 мм, что обеспечивает возможность монтажа их на клею. Такое качество достигается за счет введения в состав оборудования автоматизированной системы контроля и управления технологическим процессом.

О новых проектах зданий из ячеистого бетона, преимуществах этого материала рассказал в докладе д-р техн. наук директор по научной деятельности ОАО ЦНИИЭП жилища **Ю.Г. Граник**.

Участники семинара на примере ОАО «Могилевский комбинат строительных изделий» смогли убедиться, каким образом ударную технологию, работающую на низком водотвердом отношении компонентов, удалось гармонично совместить с немецким резательным оборудованием.

Критически осмыслив мировой опыт производства ячеистого бетона автоклавного твердения и изучив возможности зарубежной техники, в Беларуси пришли к решению модернизировать заводы путем интеграции в существующие производственные комплексы смесительного, резательного и упаковочного оборудования немецких фирм Masa-Henke и Wehrhahn. В настоящее время аналогичные работы по реконструкции ведутся на заводах в Гродно и Сморгони.

Современное резательное оборудование позволяет достичь точных геометрических размеров блоков и, кроме того, при разрезке массивов предусматривает образование рельефной (декоративной) поверхности, устройство паз-гребней, карманов и выемок. Качество таких изделий на порядок выше, что открывает широкую дорогу для расширения сфер применения продукции. В этом, как было отмечено участниками семинара, сильная сторона белорусской реконструкции.